ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUILLET 1922.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE BERTIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Emile Picard** fait hommage à l'Académie de son Livre *Discours et Mélanges*, où il a rassemblé quelques notices sur la vie et l'œuvre de divers savants, ainsi que des études sur l'histoire et la philosophie des sciences, qui n'avaient pu trouver place dans son Ouvrage : *La Science moderne et son état actuel*. On y trouvera aussi des articles et des conférences se rapportant à divers sujets qui ont préoccupé l'opinion dans ces dernières années, particulièrement pendant la guerre. Les questions scientifiques interviennent de plus en plus dans la vie sociale, et il est à désirer que le grand public ait des vues justes sur le rôle de la Science et sur ce que l'on peut attendre d'elle.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie les fascicules LXII et LXIII des *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht*, par Albert Ier, prince souverain de Monaco : *Observations complémentaires sur les Crustacés décapodes* (abstraction faite des Carides), par **E.-L. Bouvier**; *Hexactinidés*, par **Ch. Gravier**.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les étalons prototypes de l'ohm international.* Note de M. **Paul Janet**.

Le Laboratoire central d'Electricité vient de terminer la comparaison des dix étalons prototypes de l'ohm international que notre regretté correspondant, M. René Benoît, a construits et étudiés avec le plus grand soin de 1908 à 1914. Ce travail de longue haleine a pu être entrepris grâce à une

subvention que la Commission des fonds Loutreuil a bien voulu nous accorder; qu'il nous soit permis de lui adresser ici nos plus vifs remercîments. M. R. Jouaust, chef de travaux au Laboratoire, a exécuté avec une grande habileté et un entier dévouement ces mesures délicates et même pénibles, car elles ont dû être toutes effectuées entre 1^h et 3^h du matin pour éviter les influences perturbatrices des courants des réseaux de traction voisins du Laboratoire. On en trouvera les résultats résumés dans une Note que j'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie et qu'il me paraît utile de compléter par quelques détails historiques.

Au moment de la réunion de la Conférence des Unités électriques à Londres en 1908, la situation des divers pays au point de vue de la réalisation des étalons prototypes de l'ohm international était la suivante :

L'Angleterre venait de réaliser, en 1903, au National Physical Laboratory six étalons prototypes de l'ohm.

L'Allemagne, à la Physikalische Technische Reichsanstalt, avait réalisé, en 1890 et 1893, cinq résistances mercurielles dont trois de 1 ohm, une de 0,5 ohm et une de 2 ohms. Elle estimait que cette réalisation suffisait et qu'il n'y avait pas lieu pour elle de recommencer le travail.

La France possédait quatre étalons mercuriels de l'ohm ayant presque exactement la valeur de l'ohm légal; ces étalons avaient été construits en 1884 par M. René Benoît; mais ce dernier déclara à la Commission que son travail devait être repris et qu'il avait déjà entrepris la réalisation de 10 nouveaux prototypes se rapprochant autant que possible de l'ohm international. Il estimait que les progrès réalisés dans la métrologie lui permettraient d'obtenir, dans l'évaluation des dimensions géométriques des tubes, une précision plus grande que dans ses premières mesures.

Lorsque, en 1910, les représentants des différents Laboratoires, parmi lesquels figurait le Laboratoire central d'Électricité, se réunirent à Washington pour faire l'étude en commun du voltamètre à argent en vue de la réalisation de l'ampère international, on prit comme étalon provisoire de l'ohm, sous le nom d'ohm de Washington, la moyenne des étalons du National Physical Laboratory et de la Reichsanstalt.

D'ailleurs, le premier de ces établissements, constatant que les étalons qu'il avait réalisés en 1903 ne remplissaient pas les conditions prescrites par la Conférence de Londres, annonçait son intention de recommencer ce travail.

Depuis cette époque, la plupart des Laboratoires étrangers ont construit des prototypes mercuriels de l'ohm international.

L'Angleterre, en 1913, avait réalisé 15 étalons mercuriels, dont 5 étaient destinés au Japon.

Aux États-Unis, le Bureau of Standards réalisait également un certain nombre d'ohms mercuriels qui, d'après certaines comparaisons effectuées par l'intermédiaire d'ohms métalliques, ne différaient que 7 millionièmes des nouveaux prototypes anglais.

Pendant ce temps, M. René Benoît continuait son travail, et si les résultats n'en sont communiqués qu'aujourd'hui, c'est la conséquence des tragiques événements qui, pendant plusieurs années, ont bouleversé notre vie nationale.

Il ne faut pas oublier d'ailleurs que ce n'est pas à titre officiel, comme directeur du Bureau international des Poids et Mesures, mais à titre purement officieux, que M. René Benoît avait entrepris ces études qui ne rentraient pas dans les attributions normales du Bureau. On sait que cette regrettable lacune vient d'être comblée par la dernière Conférence internationale qui s'est tenue à Paris au mois de septembre dernier, et que désormais, sous l'habile direction de notre correspondant, M. Ch.-Ed. Guillaume, le Bureau de Breteuil pourra officiellement prendre en main les études destinées à amener l'unification des mesures électriques internationales.

M. René Benoît ne consacra donc à ce travail que les rares instants de liberté que lui laissait une lourde direction, et ne disposa d'aucun crédit pour ce travail; ce fut la Société française des Électriciens qui lui fournit les fonds nécessaires pour le montage définitif des ohms.

Les tubes utilisés par M. R. Benoît ont été choisis par lui entre un nombre considérable d'échantillons; ces tubes n'étant pas parfaitement rectilignes, il a dû commencer par les redresser au moyen d'un procédé spécial, imaginé par lui. Ils furent alors divisés en parties d'égale longueur avec la plus extrême précision, puis M. Benoît procéda avec un soin particulier à leur calibrage et détermina les points où ces tubes devaient être coupés pour avoir aussi exactement que possible la valeur de 1 ohm international.

La longueur des tubes ainsi coupés fut mesurée par la méthode d'Airy. Dans toutes ces mesures, M. Benoît fut assisté avec une grande habileté par MM. Maudet et Pérard, du Bureau international des Poids et Mesures.

Les ohms ainsi préparés furent apportés au Laboratoire central d'Électricité où une installation spéciale avait été disposée pour l'obtention de mercure pur distillé dans le vide. Les tubes furent soigneusement nettoyés et montés sous la direction de M. Benoît; le remplissage dans le vide était

terminé et les ohms prêts pour les mesures électriques quand la guerre éclata.

Des précautions spéciales furent alors prises pour protéger ces précieux tubes pendant les différents bombardements auxquels Paris fut soumis. L'étude ne put en être reprise qu'à la fin de 1919. Toujours sous la direction de M. Benoît, ils furent vidés, nettoyés et de nouveau remplis. Nous n'insisterons pas sur la difficulté de ces opérations où la moindre fausse manœuvre peut détruire un travail de longues années. Les comparaisons électriques purent être commencées en juin 1920. Un des tubes ayant subi pendant le montage un léger accident (qui d'ailleurs ne le rend pas inutilisable), il restait neuf tubes à comparer deux à deux, c'est-à-dire 36 opérations. C'est cette longue série de mesures qui vient d'être terminée et dont on trouvera plus loin les résultats. On verra que, si l'on met de côté l'un des tubes dont la courbe de calibrage présente des anomalies, les différences, pour les huit tubes restants, entre les valeurs mesurées par les méthodes électriques et les valeurs déduites des dimensions géométriques, n'excède pas quelques cent-millièmes : la moyenne des valeurs absolues des écarts est de $1,9.10^{-5}$. Ces résultats suffisent pour montrer la haute valeur du travail de M. Benoît.

Nous pouvons ajouter que, en dehors de ces étalons, M. Benoît a étudié au Pavillon de Breteuil, en collaboration avec M. Georgievski, représentant de la Chambre des Poids et Mesures de Russie, six étalons prototypes pour la Russie. Les premiers résultats de ce travail sont contenus dans une brochure datée de 1918 et qui, par suite des événements, n'est venue que récemment à notre connaissance.

M. H. Lecomte dépose pour la Bibliothèque de l'Institut un Ouvrage qu'il vient de publier et qui a pour titre : *Les bois de la forêt d'Analamazaotra* (côte Est de Madagascar).

Ce travail comprend l'étude de plus de 100 bois appartenant à 82 genres différents et à 48 familles.

La structure de 64 de ces bois est représentée par 128 microphotographies formant 32 planches et comportant pour chaque bois une section transversale et une section longitudinale tangentielle au grossissement uniforme de 30 diamètres.

L'Ouvrage comprend en outre 24 planches de documentation botanique correspondant à 42 des espèces étudiées.

Les bois, au nombre de 160, ont été reçus de Madagascar avec les éléments nécessaires pour en assurer l'exacte détermination.

A titre de complément aux renseignements fournis dans ce travail sur la couleur des bois, M. H. Lecomte présente à l'Académie des positifs photographiques obtenus en exposant au soleil, sous un négatif, des lamelles découpées dans un bois d'Indochine fourni par des arbres du genre *Sindora* de la famille des Légumineuses.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **Quénu**, Membre de la Section de Médecine et Chirurgie; M. **Bouvier**, Membre de la Section d'Anatomie et Zoologie; M. **Th. Schlœsing**, Membre de la Section d'Économie rurale; M. **Guignard**, Membre de la Section de Botanique; MM. **Émile Picard**, **Violle**, **Haller**, **A. Lacroix** sont réélus Membres de la *Commission technique de la Caisse des recherches scientifiques*.

NOMINATIONS.

Sont désignés pour faire partie de la délégation française à l'assemblée du Conseil international de recherches, qui aura lieu, à Bruxelles, du 25 au 29 juillet prochain (deuxième liste) :

Parmi les Membres de l'Académie : MM. **Ch. Gravier**, **Maurice Leblanc**;

Parmi les Correspondants : M. **Mathias**;

Parmi les Savants étrangers à l'Académie : MM. **Abraham**, **Barrère**, **Louis Bazy**, **De Broglie**, **J. Brunhes**, **A. Cotton**, **Demangeon**, **Desnos**, **Fauré-Frémiet**, **Gallois**, **Emmanuel de Margerie**, **Siredey**, **Thibierge**, **Tuffier**, **Walther**, **De Watteville**.

CORRESPONDANCE.

MM. **Amé Pictet** et **Albert Recoura**, élus Correspondants pour la Section de Chimie, adressent des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° TH. MOREUX. *Pour comprendre Einstein!*

2° *Cours de Chimie* (*Métaux et Cations*), par MARCEL BOLL et GEORGES ALLARD. (Présenté par M. G. Urbain.)

3° A. GRUVEL. *En Norvège. L'industrie des pêches.* (Présenté par M. Joubin.)

4° L. RÉMY. *Les bases scientifiques de la pédagogie et de la méthodologie.* Volume I : *Les fonctions de la vie végétative, de la vie animale et de la vie psychique chez les êtres vivants.*

GÉOMÉTRIE. — *Sur un théorème fondamental de M. H. Weyl dans la théorie de l'espace métrique.* Note de M. **E. CARTAN**, présentée par M. Émile Borel.

Dans la dernière édition de son Ouvrage : *Raum, Zeit, Materie* (1), M. Hermann Weyl cherche, par des considérations tirées de la théorie des groupes, à démontrer la nécessité de l'emploi d'une forme quadratique comme forme métrique fondamentale dans la Géométrie différentielle, considérée comme la base de l'étude de l'Univers physique (2).

Admettant *a priori* que l'espace est à connexion affine (et sans torsion), M. H. Weyl caractérise, au moyen de deux axiomes, ce qu'il appelle le « groupe des rotations en un point », groupe qui conserve les volumes; il démontre que, pour $n = 2$ et $n = 3$, le seul groupe satisfaisant à ces deux axiomes est le groupe des rotations euclidiennes, et il regarde comme vraisemblable la validité de cette propriété pour toutes les valeurs de n.

Ce problème a une grande portée philosophique. Le théorème de M. H. Weyl peut être effectivement démontré, pour n quelconque, en s'appuyant sur les résultats que j'ai obtenus dans deux Mémoires (3) consacrés à la détermination de tous les groupes linéaires qui ne laissent invariante aucune multiplicité plane.

Le problème peut être formulé analytiquement de la manière suivante.

Soit G un groupe affine transitif conservant les volumes, à n variables et $n+r$ paramètres, défini par exemple au moyen des $n+r$ transforma-

---

(1) Traduction française de Gustave Juvet et Robert Leroy sous le titre : *Temps, espace, matière.* Paris, Albert Blanchard, 1922.

(2) Chapitre II, § 18, p. 119-128 de la traduction française.

(3) *Bull. Soc. math.*, t. 41, 1913, et *Journal de Math.*, 6e série, t. 10, 1914.

tions infinitésimales

$$(1)\quad Y_i f = \frac{\partial f}{\partial x_i} \quad (i = 1, 2, \ldots, n), \qquad X_s f = \sum_{i,j}^{1,\ldots,n} a_{ijs} x_i \frac{\partial f}{\partial x_j} \quad (s = 1, \ldots, r),$$

où les a_{ijs} sont des constantes. Attachons à chaque point de l'espace un système de référence cartésien *arbitraire*, tel cependant que tous ces systèmes de référence soient congruents entre eux vis-à-vis du groupe. Ils dépendent de $n+r$ paramètres, à savoir les n coordonnées x_i de l'origine et r autres paramètres u_k définissant l'orientation du système. Soient ω_i les composantes suivant les axes mobiles du déplacement infiniment petit de l'origine du système de référence quand on fait varier infiniment peu les x_i et les u_k. Les ω_i sont des expressions de Pfaff linéaires en $dx_1, \ldots, dx_n$, dont les covariants bilinéaires sont de la forme

$$(2)\qquad \omega'_j = \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{s=1}^{s=r} a_{ijs} [\omega_i \varpi_s] \qquad (j = 1, 2, \ldots, n);$$

les a_{ijs} sont les mêmes constantes que dans les formules (1) et les ϖ_s sont r expressions de Pfaff linéaires en dx_i et du_k (ce sont les composantes de la rotation instantanée du système de référence).

Cela posé, les axiomes de M. H. Weyl peuvent être formulés analytiquement de la manière suivante :

Il est possible, d'une manière et d'une seule, de choisir pour les ϖ_s des formes linéaires en $\omega_1, \ldots, \omega_n$ telles que les seconds membres des équations (2) *deviennent des formes quadratiques* (*extérieures*) *arbitraires Ω_j en $\omega_1, \ldots, \omega_n$.*

En partant de là, on démontre immédiatement, comme le fait du reste M. H. Weyl, que l'ordre r du sous-groupe g des rotations en un point est égal à $\frac{n(n-1)}{2}$. Pour démontrer alors que g est semblable au groupe des rotations euclidiennes, on peut procéder de la manière suivante :

I. *Le sous-groupe g des rotations en un point ne laisse invariante aucune multiplicité plane passant par ce point.* Sinon, en effet, on pourrait toujours supposer que cette multiplicité a pour équations

$$x_1 = x_2 = \ldots = x_\nu = 0 \qquad (\nu < n);$$

les constantes a_{ijs} seraient toutes nulles pour $j \leq \nu$, $i > \nu$; les seconds membres des ν premières équations (2) ne pourraient alors être égalées à des formes Ω_j arbitraires que si l'on avait $\nu = n-1$, $r \geq (n-1)^2$, inégalité incompatible avec la valeur $r = \frac{n(n-1)}{2}$, du moins si $n > 2$. Le cas $n = 2$

peut être laissé de côté : il se traite directement avec la plus grande facilité.

II. Il résulte de ce qui précède que g *est simple ou semi-simple* [1].

Supposons-le d'abord *simple*. J'ai déterminé dans ma Thèse [2] le nombre minimum de variables d'un groupe linéaire simple de structure donnée ne laissant invariante aucune multiplicité plane. La condition $r = \frac{n(n-1)}{2}$ exclut d'emblée les groupes des types E), F), G). Les cas des types B) et D) donnent précisément les groupes des rotations euclidiennes. Reste donc à examiner les types A) et C).

Tout groupe linéaire du type A est isomorphe au groupe linéaire et homogène spécial à $p > 2$ variables avec $r = p^2 - 1$. Les cas $p = 2$ et $p = 4$ peuvent être traités directement, les groupes pouvant du reste être considérés comme du type B) ou D); le cas $p = 3$ s'exclut de lui-même, la valeur $r = 9 - 1 = 8$ n'étant pas de la forme $\frac{n(n-1)}{2}$. Si enfin $p \geqq 5$, les résultats obtenus dans les Mémoires cités plus haut montrent immédiatement qu'on a $n = p$ ou $n \geqq \frac{p(p-1)}{2}$. Dans le premier cas r est *supérieur*, dans le second cas il est *inférieur* à $\frac{n(n-1)}{2}$.

Tout groupe g du type C) est à $r = p(2p+1)$ paramètres; l'égalité $r = \frac{n(n-1)}{2}$ exige donc $n = 2p+1$. Or on a soit $n = 2p$, soit $n \geqq 2p^2 - p - 1$: les deux cas sont impossibles.

Le cas des groupes *simples* étant ainsi traité, celui des groupes *semi-simples* se traite aussi facilement. J'ai démontré en effet (*Bull. Soc. math.*, *loc. cit.*) qu'on avait pour n et r les valeurs

$$n = n_1 n_2 \ldots n_h, \qquad r = r_1 + r_2 + \ldots + r_h,$$

les entiers $n_1, n_2, \ldots, n_h$, tous supérieurs à 1, représentant les nombres de variables de h groupes linéaires simples ne laissant invariante aucune multiplicité plane et d'ordres respectifs $r_1, r_2, \ldots, r_h$. L'inégalité, facile à démontrer,

$$\frac{n_1 n_2 \ldots n_h(n_1 n_2 \ldots n_h - 1)}{2} > (n_1^2 - 1) + (n_2^2 - 1) + \ldots + (n_h^2 - 1)$$

entraîne immédiatement *a fortiori*

$$\frac{n(n-1)}{2} > r.$$

---

[1] E. CARTAN, *Ann. Éc. Norm.*, 3e série, t. 26, 1909, p. 147.

[2] Paris, Nony, 1894, p. 147.

Il y a exception dans le seul cas $h = 2$, $n_1 = n_2 = 2$, $r_1 = r_2 = 3$, qui donne le groupe des rotations euclidiennes dans l'espace à quatre dimensions.

Le théorème de M. Weyl est ainsi complètement démontré. Il est vrai aussi bien dans le domaine réel que dans le domaine complexe.

Si on laissait tomber le second axiome de M. H. Weyl, trois catégories nouvelles de groupes g, et trois seulement, deviendraient possibles, d'ordres respectifs $\frac{n(n+1)}{2}$ (n pair ≥ 4), $n(n-1)$ et $n^2 - 1$.

ARITHMÉTIQUE. — *Groupes abéliens finis*. Note de M. **A. Châtelet**.

Dans leur Mémoire fondamental de 1878 sur les groupes abéliens finis (¹), MM. Frobenius et Stickelberger ont signalé les relations de cette théorie avec celle des formes bilinéaires arithmétiques et ils ont utilisé ces relations pour établir l'existence d'une base normale ou réduite d'un groupe, déjà reconnue avant eux par Schering et Kronecker. Il ne semble pas que ce rapprochement des deux théories ait été utilisé depuis; il est cependant fécond en suggestions et il permet en particulier de poser méthodiquement, et même de résoudre pratiquement certains problèmes, encore peu précisés, comme la recherche des sous-groupes, et l'étude du groupe des automorphismes. Je voudrais signaler ici quelques-uns des résultats que j'ai pu obtenir dans cette voie : au lieu des notations des formes bilinéaires, j'ai employé de préférence celle des matrices et des modules de points (²).

1. Un groupe abélien fini peut être construit par « multiplication » à partir d'un certain nombre de ses éléments : $A_1, \ldots, A_h$. Tout autre élément est de la forme

$$B = A_1^{x_1} A_2^{x_2}, \ldots, A_h^{x_h},$$

les exposants x_i sont des entiers, mais la représentation des B est ainsi possible d'une infinité de façons. On peut caractériser cette indétermination en considérant les x_i comme les coordonnées d'un point M dans un espace à h dimensions; ce point M n'est alors défini qu'à une congruence près, relativement à un certain module de points entiers $\mathfrak{P}$, ayant pour base un tableau P (de h lignes et colonnes); en particulier, si M est dans $\mathfrak{P}$,

---

(¹) *J. reine angew. Math.*, n° 86.

(²) Notation utilisée déjà dans mes *Leçons sur la Théorie des nombres* et diverses Notes aux *Comptes rendus* (1912-1914).

B est égal à l'élément unité. Ordinairement on choisit les A (base normale ou réduite du groupe) de façon que chaque entier x_i soit défini respectivement à un module entier p_i près; le tableau B est alors un *système simple*, c'est-à-dire à termes tous nuls, sauf ceux de la diagonale principale égaux aux p_i ([1]).

2. La recherche des automorphies d'un groupe ainsi défini, c'est-à-dire de ses isomorphies holoédriques avec lui-même, revient à la recherche des tableaux T, définis à l'addition près d'un tableau E.P (E à termes entiers); tels que $P.T.P^{-1}$ soit à termes entiers; enfin *premiers à droite* avec P (c'est-à-dire tels qu'il existe des tableaux entiers U et V vérifiant l'égalité $U.T + V.P = 1$). Ces tableaux T forment un groupe, relativement à la multiplication ordinaire des tableaux, et à leur produit correspond la composition des automorphismes.

En outre, si dans la définition des T, on supprime la dernière condition, on obtient un corps d'un nombre fini d'éléments (renfermant le produit et aussi la somme de deux d'entre eux). Les éléments de ce corps correspondent alors aux isomorphismes du groupe, soit holoédriques avec lui-même, soit mériédriques avec un de ses sous-groupes. La question des *automorphismes* se trouve ainsi ramenée à celle des *corps non abéliens d'un nombre fini d'éléments* ([2]). Les automorphismes proprement dit sont les éléments non diviseurs de zéro.

3. Les sous-groupes correspondent à la décomposition en produit du tableau $P = Q.R$, et ceci donne pour la recherche des sous-groupes un mode opératoire précis et simple. On peut d'ailleurs voir à quoi tient la difficulté de la question, quand on n'introduit pas les tableaux. C'est que, pour la recherche des décompositions précédentes, on peut toujours supposer P sous forme réduite (groupe rapporté à une base réduite), tandis qu'il n'en est plus nécessairement de même de Q et R. Autrement dit, pour chercher simplement les sous-groupes, il ne faut pas les chercher rapportés nécessairement à des bases réduites.

4. Les systèmes de caractères de Weber s'obtiennent en prenant pour exposant d'une racine convenable de l'unité la forme bilinéaire associée au tableau :

$$P_1 = P^{-1} \times \text{déterminant de } P.$$

([1]) Je n'insiste pas sur l'existence d'un tel système d'éléments qui correspond précisément aux points étudiés par Frobenius et Stickelberger.

([2]) Je rappelle que ce groupe des automorphismes comprend comme cas particulier le *groupe linéaire* de Jordan.

Enfin, si deux groupes G et G′ sont définis par les tableaux P et P′, on constitue un troisième groupe Γ, ayant G et G′ pour sous-groupes réciproques, en le définissant par le tableau *composé* :

$$\begin{Vmatrix} P & O \\ T & P' \end{Vmatrix}$$

(T, tableau quelconque, entier).

Pour T = o, Γ est le *produit direct* de G et G′ et l'on peut ainsi étudier les sous-groupes de ce produit qui interviennent dans la notion de « composition de deux corps algébriques abéliens », notion qui correspond au produit des résolvantes de Lagrange et que j'ai eu l'occasion d'indiquer antérieurement ([1]).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon, pendant le premier trimestre de* 1922. Note ([2]) de M. J. **Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Les observations faites dans ce trimestre ([3]) se répartissent sur 74 jours, et l'on en déduit les principaux faits que voici :

Taches. — Par rapport aux résultats du trimestre précédent ([4]), le nombre des groupes a presque doublé, mais l'aire totale tachée a augmenté de deux cinquièmes seulement : on a, en effet, 32 groupes au lieu de 19 et 3461 millionièmes au lieu de 2470.

La répartition de cette augmentation du nombre des groupes est de huit (14 au lieu de 6) dans l'hémisphère austral, et de cinq (18 au lieu de 13) dans l'autre hémisphère.

La latitude moyenne de l'ensemble s'est relevée : $-9°,7$ et $+9°,5$ au lieu $-6°,8$ et $+8°,5$.

Les 3e, 4e et 5e groupes du Tableau du mois de mars, à $+10°$, $+10°$ et $+12°$ de latitude, ont été visibles à l'œil nu ; il y en avait eu quatre précédemment.

D'autre part, on a noté 9 jours sans taches, au lieu de 18, soit un nombre proportionnel de 0,12 au lieu de 0,24.

Régions d'activité. — Les facules ont continué à diminuer : on a, effectivement, 57 groupes au lieu de 77, et une surface totale de 49,4 millièmes au lieu de 52,1.

Dans sa répartition de part et d'autre de l'équateur, la diminution est de sept groupes au sud (27 au lieu de 34) et de treize au nord (30 au lieu de 43).

([1]) *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 658.

([2]) Séance du 3 juillet 1922.

([3]) Avec l'aide de Mlle Bloch.

([4]) Voir *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1005.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1922. — 0,29.			
3-7	5	2,7	−9		23
7-10	3	7,6		+10	9
9	1	8,3	−17		17
5-15	10	10,4		+8	32
13	1	12,0	−11		73
9-12	4	14,1		+10	30
12-23	9	17,6	−6		105
21	1	19,9	−8		9
	24 j.		−10°,2	+9°,3	
		Février. — 0,04.			
6	1	1,7		+9	7
1-4	3	2,9	−7		5
4	1	3,6	−9		3
6	1	7,0		+9	13
6-7	2	7,5	−12		18
7-14	7	8,7		+10	287
7-19	11	13,4	−6		227
19-2	11	24,8	−6		79
28	1	27,1	−9		3
		Février (suite).			
26-3	6	28,7		+8	56
	24 j.		−8°,2	+9°,0	
		Mars. — 0,04			
25-5	9	1,7		+11	160
24-2	7	2,0		+15	57
26-7	10	2,2		+10	552
25-8	12	3,0		+10	251
1-12	11	7,1		+12	707
11-14	3	9,1	−19		55
6-16	9	12,1	−5		328
10	1	12,4		+7	10
10-18	8	13,0		+9	131
17-19	3	14,8	−12		29
25-31	7	28,2		+10	17
24-3	11	28,9		+9	115
24-2	10	30,4		+9	32
27-28	2	31,2		+3	21
	26 j.		−12°,0	+9°,5	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1922.	Sud. 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier......	»	»	»	2	3	5	3	3	»	»	»	»	8	298
Février......	»	»	»	1	5	6	4	4	»	»	»	»	10	698
Mars........	»	»	»	2	1	3	11	8	3	»	»	»	14	2465
Totaux...	»	»	»	5	9	14	18	15	3	»	»	»	32	3461

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1922.	Sud. 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier......	1	»	»	1	5	7	10	5	5	»	»	»	17	12,4
Février.....	2	1	»	1	5	9	9	4	5	»	»	»	18	12,8
Mars........	4	»	1	3	3	11	11	7	3	1	»	»	22	24,2
Totaux....	7	1	1	5	13	27	30	16	13	1	»	»	57	49,4

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Les oscillations des raies spectrales des étoiles doubles expliquées par la loi nouvelle de projection de l'énergie de la lumière.* Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Daniel Berthelot.

Dans une Note antérieure (¹), relative au problème des oscillations périodiques des raies de l'astre brillant d'une étoile double à petite période, nous avons déduit de notre théorie de la projection de l'énergie, une méthode immédiate de calcul de ces variations généralement dissymétriques et restées inexpliquées jusqu'ici, même avec l'aide d'une hypothèse d'éclipse. Notre méthode est complètement indépendante des variations réelles de l'éclat et, en particulier, des éclipses.

Le déplacement caractéristique z, dû à la projection de l'élément de lumière émis au moment où la vitesse radiale totale de l'astre isolé par la raie étudiée λ était à *son maximum vers le Soleil*, se calcule à partir de la durée du temps de lumière T de l'astre par rapport au Soleil, en corrigeant le déplacement spectral observé de la partie réellement due à la vitesse radiale de la Terre relativement au centre de gravité du couple d'astres.

Soit l'exemple de *y Sagittaire*, *étoile Céphéide*, où la dissymétrie de l'oscillation $\delta\lambda$ de la raie observée est à sa plus grande valeur parmi les diverses étoiles doubles. La période P est une durée de 5,77 jours. L'éclat de l'astre brillant, seul observable sur la Terre, et sa courbe de variation, donnent le temps de lumière moyen par le centre de gravité de l'aire qui s'appuie sur la courbe et s'élève au-dessus de la droite horizontale des deux minimums d'éclat qui sont les limites de la période P. En cherchant pour l'éclat du centre de gravité de cette aire le temps de lumière du tableau bien connu qui le fait correspondre à l'éclat, on trouve 136 ans de lumière pour la valeur de T.

Pendant le grand nombre de périodes P que renferme ce temps, la projection de l'énergie s'exerce continuement par le *retard* ou l'*avance* qu'elle imprime au *temps* T. Il est évident, d'après la loi d'*inertie de l'énergie* et notre théorie nouvelle des deux mécaniques liées de la lumière, que la Dynamique de cette lumière conduit à une augmentation relative $\frac{\delta v}{C}$ de la vitesse relative de propagation de cette énergie par rapport au Soleil, et $\frac{\delta\lambda}{\lambda}$ est le rapport exactement correspondant que détermine l'observation au spectroscope.

(¹) *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 376.

Alors le nombre $\frac{T}{P}$ de périodes effectuées par l'étoile pendant les $\frac{T}{P}$ périodes de la propagation de l'astre au Soleil correspond à l'altération relative totale de T égale à la petite fraction $\frac{\delta\lambda}{\lambda}$ que l'observateur doit prévoir pour l'étendue d'une période P seulement. Ce sera donc $\frac{\delta\lambda}{\lambda}\frac{T}{P}$ qui déterminera, dans chaque cas, le glissement z en fraction de la période P par cette formule simple, où la puissance de la *méthode de la projection de la lumière* est due au très grand multiplicateur $\frac{T}{P}$. Cette loi nouvelle, notre théorie des deux mécaniques l'associe aux lois de la variation de l'onde $\frac{\delta\lambda}{\lambda}$ qui marque le déplacement précis de la raie λ et mesure le rapport radial $\frac{\delta v}{C}$ de la vitesse radiale vers le Soleil, à l'instant du départ, comparée à la vitesse C de la lumière dans le vide. La variation $\frac{\delta\lambda}{\lambda}$ prévue par Fizeau révèle ainsi le rapport $\frac{\delta v}{C}$ caractéristique de la vitesse relative radiale de l'astre à l'instant du départ de l'élément d'énergie et l'observateur a devant lui l'origine du mécanisme qui lie la variation $\delta\lambda$ de l'onde altérée par l'émission à la variation relative correspondante de la vitesse de l'énergie.

Les deux effets de cette seule vitesse radiale sur la longueur d'onde et sur la vitesse de l'énergie lumineuse sont ainsi associés. L'observateur qui a noté $\delta\lambda$ et le glissement total de l'énergie qui correspond à la vitesse δv ou $C\frac{\delta\lambda}{\lambda}$ de projection remarquera que l'effet de Fizeau $\delta\lambda$ est un déplacement géométrique de la raie, tandis que z est, en fraction de la période P d'oscillation de l'étoile, une durée de propagation supplémentaire ou déficitaire par rapport à l'invariable temps de lumière T.

Dans l'exemple choisi, il ne se produit qu'*un seul maximum* d'écart $\delta\lambda$ pendant la période P de l'oscillation de cette raie, identique à celle de l'éclat. Une différence très notable se montre ici entre le spectroscope et le photomètre par la différence des deux durées qui séparent le maximum d'éclat et le maximum de $\delta\lambda$. Seul $\delta\lambda$ caractérise la propagation de l'énergie de la lumière et permet de le calculer. Nous avons trouvé pour le glissement z de cette énergie, qui est ici une diminution de T, que le produit de $\frac{\delta\lambda}{\lambda}$ observé au maximum d'écart se réalise un temps $\frac{\delta\lambda}{\lambda}\times\frac{136\times 365}{5,77}$ au delà de $\frac{T}{P}$, valeur de z ou glissement rapporté à la valeur de la période.

D'après la formule précédente, cette valeur du glissement z est égale à 1,03.

La valeur correspondante de l'ascension de la courbe qui va du zéro de $\delta\lambda$ et de $\delta\nu$ à la valeur maximum de $\delta\lambda$ est 0,47.

Les observations spectrales ont donné 0,477.

L'accord du nombre calculé avec le nombre observé est une confirmation frappante de notre théorie nouvelle de la lumière.

PHYSIQUE. — *La Relativité générale et la Voie lactée.* Note (1) de M. E.-M. Lémeray, transmise par M. L. Lecornu.

D'après l'opinion la plus répandue, la Voie lactée est un amas stellaire ayant une forme à peu près lenticulaire; le système solaire est peu distant du centre. Pour certains astronomes, les nébuleuses sont étrangères à la Voie lactée; d'après d'autres, Proctor, Seliger, ..., elles ne sont pas, en moyenne, plus éloignées que les étoiles : leur nombre va croissant vers les pôles de la Voie lactée.

Nous nous proposons de montrer que la théorie de la relativité conduit à envisager comme possible une tout autre structure du monde stellaire; nous laisserons d'abord de côté les nébuleuses.

Considérons, en premier lieu, un amas globulaire de rayon a et, en première approximation, de densité moyenne ∂ constante. Pour un observateur placé au centre, la répartition des étoiles sera uniforme. Pour un autre et dans les idées anciennes sur la lumière, il y aura *un maximum dans la direction du centre, et un minimum dans la direction contraire.* D'après la Relativité générale, les rayons lumineux sont courbes et il y a lieu d'examiner les conséquences de cette courbure.

Dans cet espace et assez loin de toute étoile, nous prendrons pour élément de ligne l'expression

$$ds^2 = V^2(1+\omega\rho^2)\,dt^2 - \frac{d\rho^2}{1+\omega\rho^2} - \rho^2\,d\varphi^2,$$

V est une constante de la nature d'une vitesse; ρ et φ désignent le rayon vecteur d'une étoile de l'amas, et l'angle à partir d'une direction fixe, avec

(1) Séance du 26 juin 1922.

$\varphi = 0$ pour $t = 0$. En outre,

$$\omega = \frac{4}{3}\pi f \partial;$$

f, constante de Newton, $= 0{,}66.10^{-7}$. De l'expression du ds^2, on tire les équations de la trajectoire :

$$\rho \sin\varphi = \frac{1}{D}\sqrt{1+\omega r^2}\, R \sin u, \qquad \rho\cos\varphi = \frac{1}{D}\sqrt{1+\omega R^2}\, r\cos u,$$

$$D^2 = (1+\omega R^2)\cos^2 u + (1+\omega r^2)\sin^2 u, \qquad u = \sqrt{\omega}\, V t,$$

R et r, distances apocentrique et péricentrique : $\varphi = 0$ pour $\rho = r$.

La trajectoire est une ellipse, la même que dans la théorie de Newton; la période est la même aussi :

$$T = \sqrt{\frac{3\pi}{f\partial}};$$

mais la variation des coordonnées ρ et φ en fonction du temps n'est pas la même que dans la théorie de Newton, ainsi que le montrent les équations. Ces lois ne sont valables que si l'étoile a, à son péricentre, une vitesse assez faible pour ne pas sortir de l'amas : la lumière en peut sortir et nous rend l'amas visible.

Considérons maintenant un univers stellaire différant de l'amas précédent par la grandeur de son diamètre, par sa densité et tel que la lumière intérieure puisse atteindre la périphérie, mais ne puisse la franchir. Tous les rayons lumineux sont, aux irrégularités locales près, des ellipses de même distance apocentrique a et de distance péricentrique r variable de l'un à l'autre. Dans le cas extrême d'un rayon circulaire, on trouve pour son carré de vitesse

$$v^2 = V^2\omega a^2.$$

Si V désigne la vitesse limite, on a $\omega a^2 = 1$, d'où

$$a^2 = \frac{3V^2}{4\pi f \partial},$$

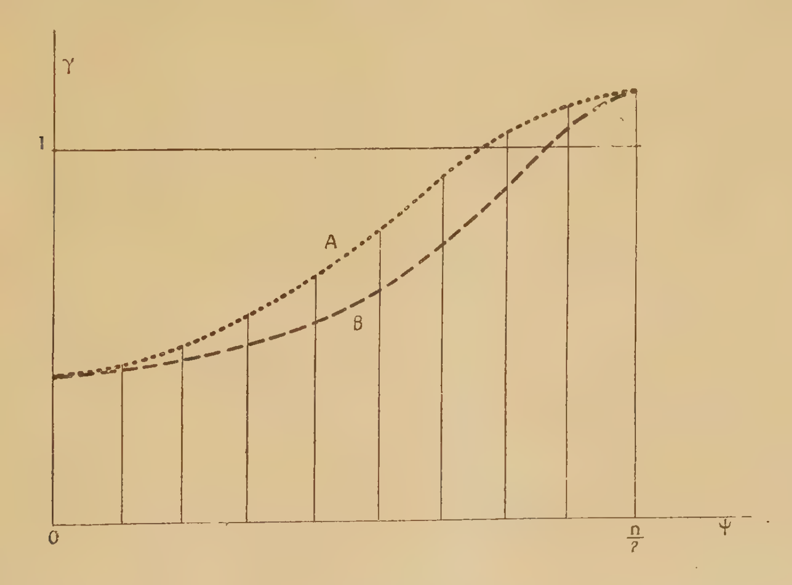
relation analogue à celle de M. Einstein. Ainsi que plusieurs auteurs l'ont signalé, les rayons lumineux reviennent à leur point d'émission donnant lieu à des étoiles virtuelles ou fantômes; mais ces termes ne conviennent pas; comme T est une période universelle, chaque étoile se retrouve à son point de départ quand les rayons y reviennent converger. (On aurait ainsi une explication, pour ainsi dire extrême, de l'entretien de la chaleur stellaire.)

Dans ce qui précède, nous nous sommes placé au point de vue de l'observateur euclidien, situé au centre. Il faut examiner ce qui se passe pour un autre placé ailleurs. Si, dans ces conditions, nous cherchons le nombre relatif d'étoiles, vu par cet observateur, par unité d'angle solide et dans une direction faisant, avec la droite centre-observateur, l'angle ψ, *mesuré par cet observateur*, nous le trouvons proportionnel à

$$\gamma = \frac{2}{3} a^3 \frac{s^2\sqrt{2-s^2}\left[(2-s^2)^2 + s^4 \operatorname{tang}^2\psi\right]}{\left[2 - s^2 + s^2 \operatorname{tang}^2\psi\right]^2 \sqrt{2 - s^2 + s^4 \operatorname{tang}^2\psi}} (1 + \operatorname{tang}^2\psi)^{\frac{3}{2}};$$

s est un paramètre dépendant de la position de l'observateur. Il y a un maximum pour $\psi = \frac{\pi}{2}$; deux minima pour $\psi = 0$ et π; la courbe est symétrique, *ce qui diffère complètement du cas des rayons rectilignes*. Les minima sont d'autant plus allongés et le maximum est d'autant plus aigu que l'observateur est plus distant du centre.

Ainsi *tout observateur constatera une condensation stellaire au voisinage d'un plan diamétral.*



On est conduit à se demander s'il n'y aurait pas là une explication, au moins partielle, de la Voie lactée. Sur la figure, la courbe A représente γ pour une valeur convenable du paramètre s; la courbe B représente les résultats des jaugeages stellaires (valeurs moyennes des observations des deux hémisphères dont le plan galactique constitue la séparation). Le

centre du monde stellaire serait sur la ligne des pôles galactiques sans qu'il soit possible d'indiquer de quel côté il se trouve.

La comparaison des deux courbes montre que l'accord laisse beaucoup à désirer. Cela ne peut surprendre, eu égard à la grossièreté de l'hypothèse faite, et surtout au fait que notre loi de répartition dépend d'un *seul* paramètre : *s*.

ÉLECTRICITÉ. — *Comparaison des étalons prototypes de l'ohm international.* Note de M. **R. Jouaust**, présentée par M. Paul Janet.

Les dix étalons prototypes de l'ohm international construits par M. René Benoît ont été comparés entre eux au Laboratoire central d'Électricité.

L'un d'eux, l'ohm n° 3, étant par suite d'un accident en cours de montage inférieur aux autres de plus de 1 pour 100, se prêtait mal à des comparaisons précises, il n'en sera pas tenu compte dans ce qui va suivre.

Ces étalons étant du type « à dérivation », la comparaison des neuf prototypes, deux à deux, a été faite par la méthode du pont double de Lord Kelvin.

Les deux ohms mercuriels à comparer, placés dans le même bain de pétrole, étaient successivement substitués l'un à l'autre, l'équilibre du pont étant réalisé en shuntant l'ohm métallique placé dans l'autre bras. Des résistances additionnelles constituées par un fil de cuivre plongeant dans un tube rempli de mercure et placées dans les dérivations du pont permettaient pour chaque opération de réaliser les conditions d'égalité des quatre résistances de la dérivation.

L'un des étalons, le n° 6, a présenté de grandes différences entre la valeur observée et celle que la mesure de ses dimensions géométriques conduisait à lui attribuer. L'examen de sa courbe de calibrage semble du reste indiquer une brusque variation de sa section, rendant difficile l'évaluation de la valeur moyenne de cette section et par suite de sa résistance.

Dans ces conditions, on a cru devoir l'éliminer et n'utiliser pour déterminer la valeur, en France, de l'ohm international que les huit étalons restants.

Les 28 comparaisons de ces huit ohms, deux à deux, permettent de calculer leur valeur la plus probable par rapport à leur moyenne déduite des mesures géométriques et de comparer les résultats ainsi obtenus à ceux déduits par M. Benoît de leurs dimensions.

Les résultats de ces comparaisons sont rassemblés dans le Tableau suivant :

Numéro de l'étalon.	Valeurs déduites des mesures électriques (ohm). I.	Valeurs déduites des mesures géométriques (ohm). II.	Différence (ohm). I — II.
1.........	0,999840	0,999862	$-2,2 \times 10^{-5}$
2.........	1,000052	1,000002	$+5 \times 10^{-5}$
4.........	1,000118	1,000133	$-1,5 \times 10^{-5}$
5.........	1,000123	1,000119	$+0,4 \times 10^{-5}$
7.........	1,000043	1,000084	$-4,1 \times 10^{-5}$
8.........	1,000150	1,000143	$+0,7 \times 10^{-5}$
9.........	1,000137	1,000135	$+0,2 \times 10^{-5}$
10.........	1,000139	1,000124	$+1,5 \times 10^{-5}$
Moyenne...	1,000075 (admis)	1,000075	$\pm 1,9 \times 10^{-5}$

Quant à la précision des mesures électriques, on peut s'en rendre compte par la comparaison des différences entre tous les ohms pris deux à deux, différences déduites des valeurs de la colonne I et celles résultant de la mesure directe.

Ces comparaisons sont rassemblées dans le Tableau II.

Valeur de	Calculée (¹).	Observée (¹).	Calculée — Observée.
1- 2............	— 212	— 213	+ 1
1- 4............	— 278	— 274	— 4
1- 5............	— 283	— 285	+ 2
1- 7............	— 203	— 199	— 4
1- 8............	— 310	— 317	+ 7
1- 9............	— 297	— 286	— 11
1-10............	— 299	— 297	— 2
2- 4............	— 66	— 62	— 4
2- 5............	— 71	— 67	— 4
2- 7............	— 9	+ 15	— 6
2- 8............	— 98	— 101	+ 3
2- 9............	— 85	— 89	+ 4
2-10............	— 87	— 91	+ 4
4- 5............	— 5	0	— 5
4- 7............	+ 75	+ 83	— 8
4- 8............	— 32	— 33	+ 1
4- 9............	— 19	— 16	— 3
4-10............	— 21	— 24	+ 3

(¹) En millionièmes d'ohms.

Valeur de	Calculée.	Observée.	Calculée — Observée.
5- 7...........	+ 80	+ 77	+ 3
5- 8...........	+ 27	+ 25	+ 2
5- 9...........	— 14	— 21	+ 7
5-10...........	— 16	— 25	+ 9
7- 8...........	— 107	— 107	0
7- 9...........	— 94	— 100	+ 6
7-10...........	— 96	— 81	— 15
8- 9...........	+ 13	+ 12	+ 1
8-10...........	+ 11	+ 10	+ 1
9-10...........	— 2	— 1	— 1
		Moyenne...	± 4,4

Comme on le voit, la moyenne des résidus des mesures électriques n'est que de quelques millionièmes, bien inférieure par suite à la moyenne des différences des nombres du Tableau I. Ces différences ne sont donc pas imputables aux imperfections du procédé de mesure électrique.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une classe particulière de piles*. Note (¹) de M. **Vasilesco Karpen**, présentée par M. Paul Janet.

Convaincu que les liquides sont des gaz sous une forte autocompression (pression interne) et que par conséquent les gaz, tout comme les liquides, doivent dissoudre, sous pression convenable, les corps et en particulier les sels métalliques et devenir conducteurs de l'électricité par la dissociation électrolytique de ces sels, j'ai réalisé le dispositif ci-dessous décrit.

Dans un bloc de cuivre A est creusée une cavité cylindrique de 32^{mm} de diamètre et de 35^{mm} de hauteur; cette cavité contient 10^{cm^3} d'une solution saturée (à froid) de sulfate de cuivre. Par-dessus le bloc A se trouve un autre bloc de cuivre B, formant couvercle, isolé par du mica et de l'amiante du bloc A, et serré contre celui-ci par une forte presse hydraulique. La cavité se trouve ainsi hermétiquement fermée.

J'ai pensé qu'en chauffant cet ensemble à une température voisine de la température critique de l'eau (qui ne doit pas être trop différente de la température critique de la solution), la cavité contiendra deux phases : une phase liquide formée d'eau contenant en solution du sulfate de cuivre, en contact avec le bloc A et une phase gazeuse en contact avec le couvercle B,

---

[1] Séance du 26 juin 1922.

formée de vapeurs d'eau *contenant également en solution du sulfate de cuivre*, mais en proportion probablement moindre que dans la phase liquide, et qu'il se formera ainsi une pile dont les électrodes seront les blocs A et B. Le fonctionnement de cette pile ne changera en aucune façon la composition des deux phases, qui se maintiendra automatiquement la même, le passage du courant ayant comme seul effet un transport de cuivre d'une électrode à l'autre.

L'expérience a confirmé cette prévision. En chauffant progressivement les deux blocs A et B, une f. é. m. prend naissance lorsque la température se trouve comprise entre 250° et 350°, avec un maximum *d'environ un quart de volt*, à une température comprise entre 300° et 350°, le bloc A étant positif. La résistance intérieure de la pile varie dans l'intervalle d'activité (250°-350°) entre 1000 et 20000 ohms.

Après fonctionnement d'environ 1 heure et après refroidissement, on trouve, à l'ouverture de la pile, la solution intacte, mais on constate un très abondant et très brillant dépôt de cuivre électrolytique en petits cristaux nageant à la surface du liquide et adhérant aux parois de la cavité. Ce dépôt, qui n'est pas en proportion avec la quantité d'électricité ayant traversé la pile, provient des courants locaux partant des points de la paroi en contact avec la phase gazeuse, traversant la surface de séparation vapeur-liquide et aboutissant aux points de la paroi en contact avec le liquide. On peut éviter ce dépôt en couvrant d'une couche isolante les parois de la cavité.

Les résultats obtenus avec le dispositif ci-dessus décrit m'ont conduit à essayer de constituer des piles analogues, mais *pouvant fonctionner à la température et à la pression* des milieux naturels.

J'ai constaté qu'il est possible de constituer une très grande variété de piles formées de deux liquides A et B non miscibles, directement superposés et contenant en solution ou à l'état colloïdal un sel ou un mélange de sels d'un métal M, en contact chacun avec une électrode formée du même métal M. Le fonctionnement de ces piles ne produit aucune réaction chimique, aucune modification de la concentration des deux solutions en contact.

Premier exemple. — Les deux liquides consistent dans un mélange d'eau et d'alcool amylique contenant en solution du sulfate de zinc. Ce mélange se sépare en deux phases : la phase supérieure formée surtout d'alcool amylique, et la phase inférieure formée surtout d'une solution aqueuse de sulfate de zinc. Les électrodes sont en zinc.

La f. é. m. peut atteindre 0,7 volt. Si l'on diminue la proportion de sulfate de zinc, la f. é. m. diminue et arrive à environ 0,4 volt pour l'eau et l'alcool purs, la résistance de la pile étant très grande. On peut faire varier la f. é. m. et la résistance en ajoutant d'autres sels de zinc, ainsi que des liquides tels que l'alcool éthylique,

l'acétone, etc. La f. é. m. est dirigée vers le haut, le courant allant, à l'extérieur, de l'alcool vers l'eau.

Deuxième exemple. — Les deux liquides consistent dans un mélange d'eau et d'alcool amylique contenant du peptonate de fer. La f. é. m., dirigée vers le haut, part d'environ 0,4 volt pour l'eau et l'alcool purs et peut atteindre 0,6 volt. (L'une de ces piles fonctionne de façon ininterrompue depuis le 5 décembre 1921.)

La puissance par unité de volume des piles que j'ai réalisées jusqu'à présent est très petite, elle est de l'ordre de quelques microwatts par centimètre cube.

La valeur de la f. é. m. des piles à source de chaleur unique et même le sens de cette f. é. m. *ne sont pas conformes* à la théorie osmotique des piles de M. Nernst.

Il semble de plus que *ces piles contredisent le deuxième principe de la Thermodynamique.*

Observations de M. **P. Janet** *à propos de la Communication précédente.*

En présentant les résultats fort intéressants obtenus par M. Vasilesco Karpen, je tiens à faire observer que, pour que la contradiction signalée fût établie, il faudrait prouver d'une façon tout à fait rigoureuse que le cycle parcouru par les corps en présence constitue un cycle fermé.

CÉRAMIQUE. — *Observations sur la cuisson de produits céramiques dans des fours chauffés électriquement.* Note de M. **Albert Granger**, présentée par M. Lindet.

Le service de contrôle des montres fusibles, établi à la Manufacture nationale de Sèvres pendant la guerre, nécessitant des appareils de chauffage aisément réglables, je fus amené à substituer progressivement aux fours, dont je disposais au début de ce travail, des fours chauffés électriquement.

Ces fours sont chauffés au moyen d'une résistance formée soit d'un fil métallique, soit de charbon granulé. J'ai pensé qu'il serait intéressant de faire quelques cuissons de produits céramiques divers dans ces appareils et de comparer les résultats obtenus avec ceux donnés par des fours à gaz ou des fours industriels.

L'échelle de température à parcourir dans le contrôle des montres

fusibles commence à 600° et s'étend au delà de la fusion du platine. Un four à résistance métallique ne permet pas de réaliser les températures très élevées. Comme four chauffé au moyen d'une résistance métallique, je dispose d'un appareil dont la partie chauffante est formée par un cylindre horizontal mesurant 34^{cm} de longueur et 13^{cm} de diamètre. La résistance est constituée par du ruban de platine suffisamment épais pour supporter 20 ampères en régime moyen sans accident. Avec une dépense de 1,5 kilowatt, on atteint facilement 650° et avec le double on arrive au point de cuisson de la porcelaine nouvelle de Sèvres, soit 1270°. Très commode au laboratoire, ce four est limité comme maximum de température. Dès qu'on veut atteindre et dépasser 1400°, il faut tellement surchauffer le platine qu'il se produit des accidents de volatilisation, tels que ceux signalés par M. Guntz. Je n'ai donc pu avec cet appareil qu'étudier la faïence fine, le grès et la porcelaine nouvelle de Sèvres. Comme dans un four de cet ordre il n'y a pas ou presque pas de mouvement de gaz, les produits ne montrent pas tout à fait le même aspect que ceux qui sortent des fours habituels dans lesquels des phénomènes de réduction ou d'oxydation peuvent entrer en jeu.

Une pâte de faïence fine composée avec des matériaux de bonne qualité cuit blanche, un grès ferrugineux cuit rouge et la porcelaine nouvelle de Sèvres prend une teinte ambrée. Dans un four de cet ordre, il n'y a à redouter aucune action oxydante, mais on n'a pas à sa disposition l'action réductrice que peut fournir la première phase de la cuisson industrielle de certains produits. En résumé, un four de cet ordre se prête très bien à des essais de laboratoire concernant les pâtes, glaçures et émaux.

Quand j'ai tenté de cuire de la porcelaine dure dont le point de cuisson est de 100° plus élevé que celui de la porcelaine nouvelle, j'ai eu recours à un four à charbon granulé. Ce four est disposé horizontalement comme le précédent; seulement il est plus long et plus étroit. Il mesure 66^{cm} de longueur et 10^{cm} de diamètre. Le tube chauffant est en corindon aggloméré avec une argile réfractaire. J'ai obtenu de bons résultats avec le corindon provenant de la fabrication aluminothermique du chrome, convenablement débarrassé des impuretés qu'il retient par lavage et traitement par les acides sulfurique et chlorhydrique.

Ce genre d'appareil consomme plus d'énergie que le précédent; il faut dépenser 8 kilowatts pour atteindre la température de cuisson de la porcelaine courante. Les techniciens, auxquels j'avais parlé de mes essais de cuisson de porcelaine, étaient presque persuadés qu'il me serait très

difficile d'obtenir de la porcelaine blanche; à leur avis, je devais avoir une oxydation dans le four et sortir des produits plus ou moins jaunes. Il n'en a rien été dans les premières cuissons; la porcelaine était grise. Elle présentait l'aspect des porcelaines du commerce qui ont été cuites dans une atmosphère trop réductrice.

Dans l'industrie on explique ordinairement cet accident, en admettant que la teinte grise est due à une occlusion de charbon très divisé provenant de la flamme chargée de carbone. Ce charbon n'a pu brûler complètement dans la suite et est resté emprisonné par la couverte. Dans le cas présent, je n'avais pas de flamme et par conséquent pas de possibilité d'apport de carbone sur les pièces; mais le tube de corindon formant la chambre de mon four étant poreux pouvait laisser passer des gaz. J'ai constaté qu'il se formait de l'oxyde de carbone qui traversait la paroi et venait brûler toutes les fois qu'on ouvrait le tube. Le seul moyen pour éviter ce noircissement résidait dans l'élimination de l'oxyde de carbone; en établissant un tirage modéré à travers le four ces inconvénients ont disparu.

Le carbone qui teinte la porcelaine peut donc être amené par de l'oxyde de carbone et non par des flammes trop carbonées; il se formerait un dépôt de carbone dû à la transformation du gaz oxyde de carbone en gaz carbonique avec dépôt de carbone, cette réaction inverse étant facilitée probablement par la nature poreuse des produits à cuire et des matériaux composant le four.

CHIMIE ORGANIQUE.— *Sur l'obtention d'aldéhydes à partir d'alcools tertiaires.* Note de MM. **R. Locquin** et **Sung Wouseng**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons exposé dans une Note précédente [1] que les dialcoylvinylcarbinols $RR'C(OH)-CH=CH^2$ peuvent être isomérisés en alcools ββ-dialcoylallyliques $RR'C=CH-CH^2OH$ de même que le linalol peut être transposé en géraniol.

Or, le linalol possède encore une singulière propriété à savoir que, par oxydation, il fournit du citral, c'est-à-dire l'aldéhyde correspondant au géraniol, constatation qui pendant longtemps a laissé planer des doutes sur l'existence d'une fonction alcoolique tertiaire dans le linalol.

On pouvait se demander si cette formation d'aldéhyde, tout à fait anor-

(1) R. Locquin et Sung Wouseng, *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1711.

male à partir d'un alcool tertiaire, ne constituait pas, elle aussi, une propriété générale des alcools tertiaires éthyléniques possédant le groupement terminal $>C(OH)-CH=CH^2$, comme c'est le cas des dialcoylvinylcarbinols que nous avons décrits ultérieurement.

L'expérience a pleinement vérifié l'exactitude de cette induction.

Le mode opératoire que nous avons suivi a consisté à soumettre chacun des différents dialcoylvinylcarbinols en question à l'action du mélange chromique dans les conditions indiquées par Semmler [1] pour l'oxydation du linalol. Ensuite, nous avons fait passer un courant de vapeur d'eau dans la masse et agité l'huile entraînée avec une solution concentrée de bisulfite de soude. L'aldéhyde formée passe ainsi à l'état de combinaison bisulfitique que l'on sépare et décompose enfin par les procédés habituels.

L'oxydation provoque toujours la formation d'une notable quantité de cétone $R-CO-R'$ provenant d'une déshydratation suivie d'une scission de la molécule. Par contre, les produits acides ne sont pas abondants.

Naturellement, lorsque la cétone qui prend ainsi naissance est une méthylcétone, elle fournit, elle aussi, une combinaison bisulfitique qui rend plus délicate l'extraction et la caractérisation de l'aldéhyde, mais cette difficulté n'infirme en rien la généralité de la réaction.

C'est ainsi qu'en partant du méthylisohexylvinylcarbinol, du dipropylvinylcarbinol et du méthyl-tert.butylvinylcarbinol, nous avons obtenu, avec des rendements respectifs de 7, 15 et 25 pour 100 de la théorie, la β-méthyl-β-isohexylacroléine, la ββ-dipropylacroléine et la β-méthyl-β-tert.butylacroléine que nous avons identifiées, par leurs propriétés et par celles de leurs dérivés, avec les mêmes aldéhydes déjà rencontrées et décrites comme constituant les produits normaux de l'oxydation des alcools ββ-dialcoylallyliques correspondants [2].

En résumé, et ce sont là les conclusions qui se dégagent des faits relatés dans cette Note et dans la précédente :

I. Sous l'influence des agents acides, les dialcoylvinylcarbinols

$$RR'.C(OH)-CH=CH^2$$

sont transposables, avec des rendements variables, en alcools ββ-dialcoylallyliques $RR'.C=CH-CH^2OH$, ce qui rend difficile l'obtention de leurs éthers à l'état de pureté.

II. Bien qu'ils soient des alcools tertiaires, ces mêmes dialcoylvinylcarbinols fournissent, sous l'action du mélange chromique, des aldéhydes absolument identiques aux ββ-dialcoylacroléines $RR'.C=CH-CHO$

---

(1) Semmler, *Berichte Deutsch. chem. Ges.*, t. 23, p. 2965, et t. 24, p. 201.

(2) R. Locquin et Sung Wouseng, *loc. cit.*

qui constituent les produits normaux de l'oxydation des alcools ββ-dialcoylallyliques.

La conséquence immédiate de cette constatation expérimentale est qu'il ne faut pas trop se hâter d'affirmer qu'on a affaire à une fonction alcoolique primaire quand, dans les produits de l'oxydation chromique d'un alcool, on trouve un aldéhyde de même condensation en carbone que le corps initial.

Ces propriétés curieuses paraissent devoir être attribuées à l'enchaînement particulier $> C(OH) - CH = CH^2$ qui existe dans la molécule des dialcoylvinylcarbinols. Si, jusqu'à présent, on ne les a constatées que sur le linalol, cela tient à ce que pendant longtemps ce fut le seul alcool connu de cette série.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la vulcanisation du caoutchouc en solution.* Note de M. F. **Boiry**, présentée par M. A. Haller.

Le caoutchouc cru ou vulcanisé, en solution colloïdale dans un liquide organique, est susceptible de réagir avec le soufre.

La réaction entre le soufre et le caoutchouc en solution se produit à froid sous l'action des radiations ultraviolettes ([1]) ou avec le soufre à l'état naissant ([2]) et à chaud.

A part les travaux de Stern ([3]) sur la vulcanisation du caoutchouc en solution dans la naphtaline, et de Hinrichsen et Kindscher ([4]) sur la vulcanisation dans le cumène, il ne semble pas qu'à l'époque où nous avons entrepris ces recherches et obtenu les résultats consignés dans cette Note ([5]), l'action à chaud du soufre sur les solutions de caoutchouc ait déjà été étudiée.

Cette réaction, déjà sensible à 100°, devient très active à partir de 120° à 130°.

([1]) Helbronner et Bernstein, *Kolloid Zeitschrift*, t. 12, 1913, p. 193; *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 343.

([2]) Peachey, *India Rubber Journal*, 15 octobre 1920.

([3]) Stern, *Zeitschrift für Electrochemie*, t. 15, 1909, p. 660.

([4]) Hinrichsen et Kindscher, *Kolloid Zeitschrift*, t. 2, 1912, p. 191.

([5]) Ces résultats avaient déjà fait l'objet du pli cacheté n° 292 déposé à la Société chimique de France le 19 mars 1921. Depuis cette date quelques Mémoires traitant ce sujet ont été publiés : Stevens, *India Rubber Journal*, 11 juin 1921, p. 1160; Stevens, *Journal of the Society of Chemical Industry*, t. 40, 1921, p. 186 T; Le Blanc et Groger, *Zeitschrift für Electrochemie*, t. 27, 1921, p. 335.

Les phénomènes se passent un peu différemment selon que l'on opère en solution étendue (1 à 2 pour 100 de caoutchouc) ou en solution concentrée (10 pour 100 et plus de caoutchouc).

1° *Solutions étendues.* — Si l'on chauffe à une température supérieure à 120° des solutions renfermant par exemple 2 pour 100 de caoutchouc et 1 pour 100 de soufre, elles deviennent de plus en plus foncées et leur viscosité décroît jusqu'à devenir sensiblement égale à celle du solvant.

On constate également que les solvants peuvent être rangés en deux groupes.

1° Les uns (nitrobenzène, pétrole, phénétol, etc.) donnent des solutions dans lesquelles, après quelques heures de chauffage, il se forme d'abord un trouble, puis un précipité.

2° Les autres (aniline, xylène, thymol, etc.) ne donnent aucune précipitation, ou une précipitation insignifiante, même lorsque les solutions sont maintenues plusieurs semaines à l'ébullition.

Les précipités obtenus dans les solvants du premier groupe se présentent soit sous forme d'un caillot sans consistance, soit sous forme d'un dépôt gélatineux adhérant aux parois du récipient.

Séchés à température ordinaire ou à l'étuve, ces caillots se contractent par évaporation du solvant en une masse compacte, dure, élastique, à cassure noire brillante.

Lavés au benzène, puis soumis à l'extraction acétonique, ces précipités donnent après dessiccation une poudre brune, impalpable, dont les particules ont un diamètre maximum de 1 à 2 microns.

Cette poudre est insoluble dans les solvants habituels du caoutchouc dans lesquels elle gonfle faiblement.

Sa teneur en soufre « combiné » [1] varie suivant les solvants et les conditions de l'expérience, de 15 à 30 pour 100.

La plus haute teneur que nous ayons observée était de 31,50 pour 100 pour un précipité obtenu dans le phénétol.

Ce précipité correspond à la composition centésimale $C^{10}H^{16}S^{2}$ (chiffre de soufre calculé : 32 pour 100), et il peut être considéré comme le terme ultime de la vulcanisation.

Quant aux produits, à teneur en soufre moindre, que nous avons obtenus, représentent-ils des combinaisons chimiques moins riches en soufre, ou bien

---

[1] Sous ce nom, nous entendons le soufre non extractible par l'acétone et sans doute lié chimiquement au caoutchouc.

sont-ils constitués par le composé $C^{10}H^{16}S^2$ retenant à l'état dissous ou absorbé une certaine proportion de caoutchouc n'ayant pas réagi? C'est un point sur lequel nous nous proposons de revenir ultérieurement.

2° *Solutions concentrées.* — Si l'on chauffe à 120° ou au-dessus des solutions concentrées, renfermant par exemple 10 pour 100 de caoutchouc et 5 pour 100 de soufre, dans l'un des solvants du premier groupe, on constate d'abord, comme dans les solutions étendues, une diminution marquée de la viscosité. Mais celle-ci, après avoir passé par un minimum, croît d'abord très lentement, puis plus rapidement et finalement la liqueur se prend en gelée.

Pareille prise en gelée s'observe si l'on refroidit une solution dont la viscosité, ayant passé par un minimum, croît à nouveau. Les gelées obtenues par refroidissement se comportent d'abord comme les solutions de gélatine : chauffées elles se liquéfient; refroidies elles se prennent de nouveau en masse. Mais cette prise en masse a lieu à des températures de plus en plus élevées et finalement se produit à la température même où l'on opère.

Les gels ainsi formés sont stables à froid. Mais, chauffés à nouveau à la température à laquelle ils ont été obtenus, ils montrent le phénomène de *synéresis*. Ils se contractent et laissent exsuder d'abord un liquide épais et se prenant en masse par refroidissement, puis un liquide plus fluide.

Les premiers gels obtenus, soumis à l'extraction acétonique, abandonnent un résidu solide, spongieux, élastique constituant environ 10 pour 100 du poids du gel.

Les gels, longuement chauffés et ayant subi le phénomène de synéresis, laissent après extraction acétonique un résidu constituant jusqu'à 60 pour 100 de leur poids et formé soit par une masse compacte, à cassure noire brillante, soit par une poudre jaune brun semblable à celle précipitée dans les solutions étendues.

La teneur en soufre combiné des résidus d'extraction acétonique est généralement comprise entre 20 et 30 pour 100. Mais tandis que, dans le nitrobenzène, cette teneur reste sensiblement constante pour un même gel, quelle qu'ait été la durée de chauffage, dans le pétrole il y a augmentation du soufre combiné avec le temps de chauffage.

Les liquides de synéresis laissent par évaporation des extraits secs de composition très voisine de celle des résidus d'extraction acétonique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réduction de l'α-naphtylacétate d'éthyle et des α-naphtyléthanols par le sodium et l'alcool absolu.* Note de M. **Hervé de Pommereau**, présentée par M. Ch. Moureu.

L'étude de la réduction par le sodium et l'alcool absolu de l'α-naphtoate d'éthyle et de l'alcool α-naphtylique (1), m'ayant montré que le noyau naphtalénique se trouve réduit en même temps que les groupes éther-sel ou alcool, je me suis proposé de voir s'il en serait de même avec l'α-naphtylacétate d'éthyle et les deux α-naphtyléthanols.

La réduction par le sodium et l'alcool de l'α-naphtylacétate d'éthyle

$$C^{10}H^7CH^2CO^2C^2H^5$$

ne m'a pas donné l'alcool correspondant, l'α-naphtyléthanol primaire

$$C^{10}H^7CH^2CH^2OH,$$

mais un de ses dérivés hydrogénés, dont la composition correspond à $C^{12}H^{16}O$; c'est un tétrahydronaphtyléthanol $C^{10}H^{11}CH^2CH^2OH$. Cet alcool bout à 187° sous 25^{mm}; il ne donne pas de produit d'addition avec le brome; sa phényluréthane fond à 91°.

Le noyau naphtalénique semble avoir été réduit plus facilement que le groupe éther-sel, car, par saponification de ce qui n'avait pas été transformé en alcool, j'ai obtenu un acide fusible à 131°, qui n'est pas de l'acide naphtylacétique, son mélange avec ce dernier fondant vers 120°; sa composition correspond à celle d'un acide tétrahydronaphtylacétique

$$C^{10}H^{11}CH^2CO^2H.$$

Cet acide, pas plus que le tétrahydronaphtyléthanol, ne donne de produit d'addition avec le brome.

J'ai, d'autre part, réduit l'α-naphtyléthanol primaire, déjà obtenu par Grignard (2), par le sodium et l'alcool absolu, pour voir si l'on pouvait ainsi obtenir la même tétrahydronaphtyléthanol. Cette réduction m'a donné un alcool dihydrogéné. Le dihydronaphtyléthanol $C^{10}H^9CH^2CH^2OH$, ainsi obtenu, est un liquide bouillant à 190° sous 22^{mm}, sa phényluréthane

(1) *Comptes rendus*, t. **172**, 1921, p. 1503.
(2) *Comptes rendus*, t. **141**, 1905, p. 44.

fond à 106°. Le produit brut que donne cette opération fixe un peu moins de 2^{at} de brome par molécule en solution chloroformique, probablement par suite de la formation d'une petite quantité d'un composé tétrahydrogéné qui ne se brome pas.

La réduction par le sodium et l'alcool de l'α-naphtyléthanol secondaire

$$C^{10}H^{7}CH\begin{cases}CH^{3}\\OH\end{cases}$$

déjà obtenu par Berger (¹), m'a donné un carbure, un dihydroéthylnaphtalène $C^{10}H^{9}CH^{2}CH^{3}$, qui est un liquide bouillant à 240° sous 760^{mm}.

Cette réduction du naphtyléthanol secondaire en dihydroéthylnaphtalène est comparable en tous points à celle de l'alcool naphtylique en dihydrométhylnaphtalène, que j'ai précédemment signalée : la fonction alcool voisine du noyau est réduite en carbure, tandis que le noyau naphtalénique lui-même fixe 2^{at} d'hydrogène.

L'acide α-naphtylacétique employé dans ces opérations a été préparé par hydrolyse du nitrile, qui lui-même avait été obtenu à partir soit de l'ω-chloro, soit de l'ω-bromo-α-méthylnaphtalène.

L'ω-bromo-α-méthylnaphtalène $C^{10}H^{7}CH^{2}Br$ a été facilement obtenu en éthérifiant l'alcool α-naphtylique $C^{10}H^{7}CH^{2}OH$ par l'acide bromhydrique.

L'ω-chloro-α-méthylnaphtalène $C^{10}H^{7}CH^{2}Cl$ a été obtenu par condensation de l'oxyde d'éthyle et de chlorométhyle $CH^{2}ClOC^{2}H^{5}$, sur le naphtalène en présence de chlorure stannique en solution éthérée, suivant le procédé indiqué par Sommelet (²) pour le chlorure de benzyle. Le chlorure ainsi préparé fond à 32°; il n'avait jusqu'à présent été signalé, par différents auteurs, qu'à l'état liquide.

En résumé, la réduction par le sodium et l'alcool de l'α-naphtylacétate d'éthyle conduit à un tétrahydronaphtyléthanol primaire et à un acide tétrahydronaphtylacétique; tandis que la réduction de l'α-naphtyléthanol primaire donne un dihydronaphtyléthanol primaire et celle de l'α-naphtyléthanol secondaire un dihydroéthylnaphtalène.

(¹) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. 35, 1906, p. 338.

(²) Sommelet, *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 1443.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des huiles de pépins de raisins. Étude des acides gras solides. Méthode de séparation des acides stéarique et palmitique.* Note de M. **Émile André**, présentée par M. Charles Moureu.

Dans de précédentes Notes [1] nous avons donné les principales constantes physiques et chimiques d'un certain nombre d'échantillons d'huile de pépins de raisins et nous avons enregistré les premiers résultats que nous a fourni l'examen chimique de l'un d'eux. Il contenait une proportion appréciable de glycérides d'acides-alcools, ainsi qu'en font foi son indice d'acétyle (49,3) et sa densité $D_{0^\circ}^{20^\circ}$ 0,9334. Nous avons indiqué comment nous étions parvenu à séparer en trois groupes les acides gras retirés de cette huile en nous basant sur la solubilité différente de leurs sels de lithium dans l'alcool et dans l'eau. Le premier groupe était constitué par les acides dont les savons de lithium sont peu solubles dans l'alcool à 70° (acides solides); le deuxième groupe par les acides dont les sels de lithium sont peu solubles dans l'eau ou dans l'alcool de faible titre (acides liquides); le troisième groupe par les acides dont les savons de lithium sont les plus solubles dans ces derniers dissolvants (acides visqueux).

Étude des acides solides. — Ces acides fondaient à 49°-50°, leur indice de saturation était de 199 correspondant à un poids moléculaire moyen de 281 et leur indice d'iode était de 32. Ce dernier chiffre indique qu'ils étaient complètement séparés des acides non saturés. Nous avons traité à trois reprises leurs savons lithiques par 20 fois leur poids d'alcool à 70° bouillant. Après refroidissement, la partie insoluble était séparée de la solution alcoolique; nous avons constaté qu'après ce traitement l'indice d'iode des acides solides ainsi purifiés était tombé à 2 ou 3 seulement et que leur point de fusion était de 54°-55°.

Les liqueurs alcooliques distillées ont fourni des acides gras qui étaient : liquides pour le premier traitement, de consistance pâteuse pour le second et solides pour le troisième. Ces derniers fondaient à 58°-59° et leur poids moléculaire moyen était de 262; nous avons pensé que nous avions affaire à de l'acide palmitique impur contenant une petite quantité d'acide stéarique. Pour l'en débarrasser nous l'avons traité, au sein de l'alcool bouillant, par la cinquième partie environ de la quantité de carbonate de lithium nécessaire pour le saturer. La majeure partie de l'acide stéarique précipite par refroidissement et nous avons pu retirer des eaux mères de l'acide palmitique se présentant, après recristallisation dans l'alcool, *sous la forme de paillettes nacrées fondant à* 60°-61° et dont le poids moléculaire, déterminé par acidimétrie, était

(1) *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 1296 et 1413.

de 258. L'acide palmitique pur fond à 62° et possède un poids moléculaire de 256. Nous croyons la présence de cet acide démontrée d'une manière certaine dans l'huile de pépins de raisins.

Nous avons ensuite étudié le reste des acides solides en leur appliquant la méthode des précipitations fractionnées imaginée par Heintz en 1857. Nous lui avons cependant fait subir une légère variante, déjà utilisée avant nous par plusieurs auteurs et notamment par Meyer et Eckert [1] en employant pour opérer les précipitations, non pas l'acétate de baryum ou l'acétate de magnésium, mais l'acétate de lithium.

Les acides à savons de lithium insolubles dans l'alcool à 70° ont été régénérés de leurs sels; nous avons dès l'abord constaté qu'il n'était pas possible de les dissoudre complètement à froid dans l'alcool à 95°. Quelle que soit la dilution, il se formait toujours, par refroidissement, un léger précipité blanc floconneux. Ce précipité n'est pas de l'acide arachidique, il n'a pas l'aspect cristallin et fond mal entre 72° et 78°. Nous avons alors procédé à la précipitation fractionnée sans attendre le refroidissement complet des solutions alcooliques. Nous n'entrerons pas ici dans le détail des opérations fort longues que nous avons dû faire pour arriver à isoler les différents constituants du mélange d'acides gras dont nous poursuivions l'étude. Disons simplement que nous avons réussi à isoler une très petite quantité d'un acide fondant à 84°-85°, soluble dans l'alcool et dans le benzène bouillants, mais fort peu soluble dans ces deux dissolvants à la température ordinaire. L'indice de saturation déterminé au sein de l'alcool bouillant était de 126, correspondant à un poids moléculaire de 445. Cet acide n'existe qu'en très faible proportion dans l'huile de pépins de raisins; $\frac{1}{1000}$ à $\frac{2}{1000}$ environ. Les acides solides provenant de 700g d'huile ont permis d'en extraire 0g,70 à 0g,80. Ses propriétés principales : point de fusion, poids moléculaire, solubilités, le rapprochent beaucoup de l'acide mélissique $C^{30}H^{60}O^2$ (P. M. 452; F. 88°-89°).

La présence d'un acide de condensation aussi élevée n'avait pas encore, à notre connaissance, été signalée dans aucune huile ou graisse. Nous pensons que cet acide tire son origine de la légère couche cireuse qui recouvre l'enveloppe externe des pépins de raisins et nous sommes assez porté à croire que si l'on voulait se donner la peine de rechercher avec soin les acides de cette nature dans les huiles végétales provenant de graines soumises à la presse avec leurs téguments on constaterait assez fréquemment leur présence.

Nous avons également retiré du mélange d'acides gras solides sur lequel portaient nos recherches un acide fondant à 68° et dont le poids moléculaire est de 282. L'acide stéarique fond à 69°,2 et son poids moléculaire est

---

(1) *Monatshefte f. Chem.*, t. 31, 1910, p. 1227 à 1252.

de 284. La présence de cet acide dans l'huile de pépins de raisins n'est pas douteuse. Enfin après une série de fractionnements par précipitation, fort laborieuse et fastidieusement longue, nous avons réussi à extraire à nouveau de l'acide palmitique.

Nous croyons qu'il est possible d'améliorer grandement la méthode de séparation des acides gras saturés due à Heintz, en mettant à profit les propriétés de solubilité des savons de lithium dans l'alcool. A la température ordinaire, le palmitate de lithium est sensiblement plus soluble que le stéarate. Pour isoler du mélange d'acides stéarique et palmitique, si fréquemment rencontré, la petite quantité de chacun d'eux nécessaire à son identification, il n'est pas nécessaire de recourir à une série de précipitations interminable. On peut adopter la technique suivante : 1° on met à profit la solubilité relative du palmitate de lithium dans l'alcool à 95° pour extraire une certaine quantité d'acide palmitique impur qu'on purifiera comme nous l'avons indiqué plus haut; 2° on utilisera ensuite la méthode des précipitations fractionnées, mais on se contentera de faire une seule précipitation partielle, qui permettra d'obtenir de l'acide stéarique souillé d'une quantité assez faible d'acide palmitique; on recommencera sur lui la même opération et l'on obtiendra de l'acide stéarique dans un état de pureté suffisant pour qu'on puisse l'identifier après recristallisation dans l'alcool.

Cette méthode basée à la fois sur la dissolution fractionnée et la précipitation fractionnée pourra, pensons-nous, rendre d'utiles services.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur un nouvel exemple de formes hémièdres non conformes au signe de l'activité optique.* Note de M. A. **Duffour**, présentée par M. Fréd. Wallerant.

On sait que la configuration moléculaire dissymétrique qui provoque l'activité optique des corps en solution a généralement sa répercussion sur la forme cristalline de ceux-ci. Non seulement leurs formes présentent les caractères d'une hémiédrie énantiomorphe, mais encore chacune des deux demi-formes inverses possibles paraît exclusivement liée à l'un ou à l'autre des deux signes, dextrogyre ou lévogyre de la solution.

On s'est depuis longtemps rendu compte aussi que ni l'une ni l'autre de ces deux règles n'est absolue et que toutes deux comportent des exceptions. Mais, si les exemples sont nombreux de substances actives en solution n'ayant jamais manifesté à l'état solide aucun signe d'hémiédrie, incom-

parablement plus rares sont les cas où un signe donné de l'activité moléculaire s'accommode tantôt de l'une, tantôt de l'autre des deux demi-formes énantiomorphes possibles.

C'est ainsi que, le quartz mis à part, qui correspond à un ordre tout autre de phénomènes, on ne cite guère comme présentant ce genre d'anomalies, que le cas de certains tartrates alcalins ou ammoniacaux (1). Sans que pour l'instant on en comprenne la raison, en effet, quelques circonstances particulières, comme la présence de certaines impuretés dans l'eau mère, celle des citrates alcalins par exemple, provoquent sur leurs cristaux la disparition des facettes hémièdres normales et l'apparition des facettes énantiomorphes qui, régulièrement, ne se rencontrent que sur les cristaux de leurs antipodes optiques.

C'est en raison de l'extrême rareté des anomalies de cette sorte qu'il me paraît intéressant de signaler celles que j'ai observées au cours d'une étude récente sur l'acide abiétique (2).

Cet acide, constituant cristallisable constant des colophanes les plus diverses, qui parfois même les forme presque exclusivement, est un mélange, imparfaitement résolu encore, d'acides isomères de formule $C^{20}H^{30}O^2$. Néanmoins, quelle que soit la proportion relative de ces isomères, les cristaux mixtes qu'ils constituent présentent, en ce qui concerne leur forme, des caractères permanents, précieux pour leur identification immédiate. Ces caractères cristallographiques ne sont autres que ceux du terme extrême de cette série de cristaux mixtes, ceux de l'isomère dominant, que F. Schulz (3) a isolé depuis peu et que M. G. Dupont (4) a désigné sous le nom d'*acide-β-pimarabiétique* après en avoir définitivement établi la genèse.

Pour toute l'étendue du spectre visible, l'acide abiétique manifeste en solution une activité optique fortement lévogyre. Mais, en raison de sa nature mixte, les divers échantillons de cet acide pourront présenter, pour une radiation donnée, des pouvoirs rotatoires assez différents, suivant leur composition. Seul le terme extrême, l'acide β-pimarabiétique, fournira des valeurs constantes, par exemple pour $J = 578^{\mu\mu}$

$$[\alpha]_J = -100°,1.$$

(1) PASTEUR, *Ann. Ch. Phys.*, 3e série, t. 38, 1853, p. 452; *Bull. Soc. chim.*, séance du 25 janvier 1884, etc.

(2) Voir *Bulletin de la Direction des recherches et inventions*, janvier 1921.

(3) F. SCHULZ, *Chem. Zeit.*, 1917.

(4) G. DUPONT, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. 29, 1921, p. 729.

Tous ces cristaux, qu'ils soient mixtes ou purs, sont *monocliniques* et, conformément à la règle, présentent toujours l'*hémiédrie holoaxe*. La forme primitive, presque invariable, ne s'écarte pour ainsi dire pas du type défini par les valeurs suivantes :

$$a : b : c = 1,186 : 1 : 0,990, \qquad \beta = -112^\circ 23' \ (^1).$$

Quant aux formes simples, elles sont toujours peu nombreuses :

$$h^1(100), \quad m(110) \quad b^{\frac{1}{2}}(111), \quad p(001).$$

C'est par la réduction des formes m et $b^{\frac{1}{2}}$ à des hémi-prismes que se manifeste l'hémiédrie. La première, m, conserve quelquefois, mais assez exceptionnellement, ses quatre faces, donnant généralement alors un faciès prismatique aux cristaux. Lorsqu'il y a réduction, très régulièrement, ce sont les faces $1\bar{1}0$, $\bar{1}\bar{1}0$ qui subsistent. Quant au prisme $b^{\frac{1}{2}}$, on ne l'a jamais observé que réduit à deux faces qui, tout aussi régulièrement, occupent les positions $\bar{1}11$, $11\bar{1}$.

C'est l'association de ces deux hémi-prismes, ainsi placés chacun à une extrémité de l'axe binaire, qui délimite le contour triangulaire des lamelles (aplaties suivant h^1) constituant le faciès de beaucoup le plus fréquent et le plus caractéristique de l'acide abiétique.

Tels sont, pour l'acide abiétique, les caractères cristallographiques normaux. Or un des récents échantillons préparés par M. G. Dupont est apparu tout autre. Obtenu par un des procédés habituels : isomérisation des constituants de la gemme par le solvant (acétone brut chargé en acides) au cours de cristallisations successives, la seule particularité de son origine était que la gemme provenait du Pin d'Alep (*Pinus halepensis*).

Cet échantillon était formé de belles lamelles ayant bien le contour triangulaire de l'acide abiétique, mais au lieu de la disposition normale des faces hémièdres, elles offraient la disposition énantiomorphe : 110, $\bar{1}10$ pour l'hémi-prisme m et $\bar{1}\bar{1}1$, $1\bar{1}\bar{1}$ pour l'hémi-prisme $b^{\frac{1}{2}}$.

Les mesures goniométriques comparatives :

	Échantillon.	Acide abiétique (Mach).
mm	95°20′	95°20′
ph^1	112.17	112.23
$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$	83.15 (env.)	83.14

(1) Mach et Graber, *Monatshefte für Ch.*, t. 15, 1894, p. 642.

confirment manifestement qu'il s'agit bien là d'un acide abiétique, fort voisin même de l'acide β-pimarabiétique et non, comme l'inversion de la forme eût pu le laisser croire, de son antipode optique qui reste inconnu. En effet :

	Échantillon.	Acide β-pimarabiétique.
F.	169°-171°	172°-173°
$[\alpha]_J$	—93°,2	—100°,1

Cette anomalie vient-elle du fait que la matière première a été la gemme du Pin d'Alep, qui offre déjà la particularité de fournir une essence de térébenthine fortement dextrogyre ? Bien que, faute d'observations assez nombreuses, il soit difficile de se prononcer, la supposition semble douteuse. Il est très probable en effet que cette même anomalie, d'autres échantillons d'une origine tout autre, l'ont déjà présentée. C'est elle en effet qu'ont figurée, par certains de leurs dessins, mais sans la signaler expressément, deux des nombreux auteurs qui se sont occupés de l'acide abiétique : Wulf (1) et Schkateloff (2).

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la présence du cobalt et du nickel dans la terre arable*. Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Mokragnatz**, présentée par M. Roux.

Le cobalt et le nickel sont des métaux dont l'existence dans l'écorce terrestre semble jusqu'ici très localisée et plutôt profonde, mais que nous venons cependant de découvrir, en très petites proportions, dans la partie la plus superficielle, dans la terre arable.

C'est en appliquant à des échantillons de sols la méthode de recherche et de dosage du zinc dite « au zincate de calcium » (3) que nous avons été conduits à faire cette découverte.

Voici la marche des opérations que nous avons suivie :

Environ 1^{kg} de terre, séchée à l'air, a été calcinée en plusieurs fois, dans une capsule de porcelaine et au four à moufle, à la température du rouge naissant, afin de détruire les matières organiques.

---

(1) In Kelbe, *Berichte*, t. **13**, 1880, p. 888.

(2) *Mon. scient. Quesneville*, t. **22**, 1908, p. 217.

(3) Gabriel Bertrand, *Comptes rendus*, t. **115**, 1892 p. 939 et 1028. — Gabriel Bertrand et M. Javillier, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. **1**, 1907, p. 63, et t. **3**, 1908, p. 114.

Le produit de la calcination, rassemblé dans une grande capsule de porcelaine, a été arrosé avec 1 litre d'acide chlorhydrique pur, préparé spécialement au laboratoire, et le tout évaporé au bain-marie, presque à sec. On a délayé la masse dans 1 litre d'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau pure, redistillée sous pression réduite dans un appareil en verre; puis on a chauffé quelques instants, décanté et filtré le liquide. Pour le lavage, on a versé environ trois quarts de litre d'eau pure sur le résidu contenu dans la capsule, et, après délayage et repos, on a décanté et filtré. Ce lavage a été répété une demi-douzaine de fois, de manière à extraire les substances dissoutes par l'acide à environ $\frac{1}{100}$ près.

Après concentration sur le bain-marie au volume de 2 litres, la solution a été versée dans $1^l,5$ d'ammoniaque pure, préparée par nous-mêmes. On a filtré sur trois grands filtres en papier et lavé une dizaine de fois le précipité volumineux par délayage dans l'eau ammoniacale et égouttage à fond.

Les liquides ammoniacaux ont été mis à bouillir, en présence de lait de chaux ajouté peu à peu, jusqu'à expulsion totale de l'ammoniac. On a vérifié la présence d'un petit excès de chaux libre à la fin de l'opération à l'aide de la phtaléine du phénol.

Le précipité zinco-calcique formé au cours de l'opération renferme le cuivre, le cobalt et le nickel qui, avec le zinc, étaient contenus dans la terre. On a dissous ce précipité dans un excès convenable d'acide chlorhydrique, et l'on a traité la solution par l'hydrogène sulfuré, pour séparer le cuivre (1).

Le liquide filtré a été ensuite évaporé presque à sec, le résidu repris par l'acétate d'ammoniac au $\frac{1}{10}$ est précipité par l'hydrogène sulfuré. On a obtenu un mélange de sulfures, de couleur noire, que l'on a redissous dans l'eau régale. On a évaporé à sec, séparé une trace de fer par l'ammoniaque en excès, évaporé et chauffé pour chasser l'ammoniac et son chlorhydrate, redissous complètement les chlorures métalliques en s'aidant d'un peu d'acide chlorhydrique, et ajouté du nitrite de potassium. Du précipité jaune cristallin de cobaltonitrite ainsi obtenu, on a séparé l'oxyde de cobalt par la potasse, à la manière ordinaire.

Quant au nickel, on l'a retiré des eaux mères du cobaltonitrite par précipitation avec de la potasse.

Les deux oxydes, après avoir été séchés, calcinés et pesés, ont fourni, chacun pour leur part et avec la plus grande netteté, les réactions caractéristiques des métaux dont ils dérivent.

Les proportions de cobalt et de nickel contenues dans la terre arable, quoique très petites, ne sont pas négligeables :

1100^g d'une terre très fertile, provenant de Pantchevo, près de Belgrade, dans laquelle nous avons d'abord reconnu la présence des deux nouveaux éléments du sol, ont donné $0^g,004$ d'oxyde de cobalt correspondant

---

(1) La présence du cuivre dans la terre arable a déjà été établie, en particulier par les recherches de L. Maquenne et E. Demoussy, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. 27, 1920, p. 225.

à $0^g,0028$ de cobalt par kilogramme et $0^g,0194$ d'oxyde de nickel correspondant à $0^g,0136$ de nickel par kilogramme.

Un échantillon de terre de jardin de 840^g, provenant de l'Institut Pasteur, nous a fourni, d'autre part : $0^g,0039$ d'oxyde de cobalt, soit $0^g,0037$ de cobalt par kilogramme et $0^g,0186$ d'oxyde de nickel ou $0^g,0174$ de nickel par kilogramme.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'énergie nerveuse motrice. Électroneurogrammes.* Note [1] de M. I. **Athanasiu**, transmise par M. Ch. Richet.

Dans une Note antérieure [2] nous avons analysé les divers éléments de l'électromyogramme volontaire et nous avons mis en évidence la part qui dans ce tracé nous semblait devoir être attribuée au courant d'action propre du système nerveux, donc à l'énergie nerveuse qu'il accompagne. Toutefois ces électromyogrammes ne nous auraient pas permis d'arriver à une conclusion formelle sur ce point spécial si nous n'avions pu isoler ce courant nerveux d'action dans des électroneurogrammes volontaires, d'où seraient exclus les éléments correspondant au courant d'action du muscle. Nous avons obtenu ce résultat en plaçant nos électrodes soit sur les centres nerveux de manière à fermer le circuit cerveau + moelle, soit l'une sur les centres nerveux, cerveau ou moelle et l'autre sur un nerf périphérique (sciatique), soit les deux électrodes sur le même nerf périphérique, l'une sur la surface longitudinale, l'autre sur la section transversale.

Nous avons fait nos expériences sur le chien et le cobaye anesthésiés au protoxyde d'azote, qui permet un réveil rapide des animaux.

Les électrodes de d'Arsonval ou des électrodes en platine, isolées autant que possible dans des tubes de caoutchouc, ont été mises en contact direct avec la substance cérébrale (zone motrice) et médullaire (cordons antéro-latéraux).

Le nerf sciatique a été enfermé sur une étendue de 3^{cm} dans une gaine en caoutchouc et c'est sur cette position du nerf qu'a été placée l'électrode, isolée elle aussi des tissus environnants. L'enregistrement du courant nerveux d'action a été fait pendant la marche volontaire de l'animal.

Les figures 1, 2, 3 et 4 montrent quelques électroneurogrammes ainsi obtenus.

---

(1) Séance du 3 juillet 1922.

(2) I. Athanasiu, *Sur l'énergie nerveuse motrice* (*Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 56).

Ce qui caractérise ces électroneurogrammes c'est la présence presque exclusive de petites vibrations. Si on les compte sur les portions du tracé où elles sont très nettes on trouve que leur nombre varie entre 300 et 460 par seconde pour le sciatique du cobaye; entre 343 et 490 pour le circuit

Électroneurogrammes.

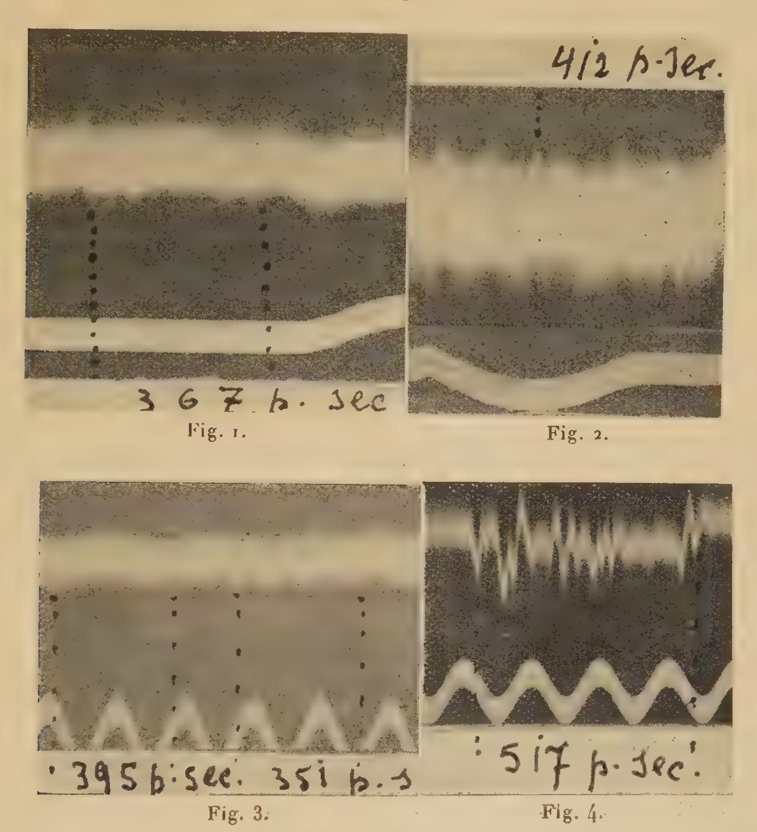


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 1. — Cerveau + sciatique chez le cobaye. Corde en verre argenté, 4^{μ}. Résistance, 3000 ohms; tension, 2^{mm} pour 0,001 volt. Marche volontaire.

Fig. 2. — Sciatique du cobaye. Même corde. Tension, 1^{mm},5 pour 0,001 volt. Amplification optique, 2000 fois. Marche volontaire.

Fig. 3. — Cerveau + moelle chez le chien. Corde en verre argenté 2^{μ},5. Résistance, 6500 ohms; tension, 1^{mm} pour 0,001 volt. Marche volontaire.

Fig. 4. — Cerveau + moelle chez le chien chloralosé. Circulation artificielle dans les centres nerveux. Même corde que n° 3. Tension, 1^{mm},7 pour 0,001 volt.

cerveau + sciatique chez le cobaye et entre 343 et 440 pour le circuit cerveau + moelle chez le chien. Ces chiffres se rapprochent beaucoup de ceux que nous avons trouvés sur les électromyogrammes volontaires.

Afin d'isoler autant que possible le système nerveux des autres tissus vivants de l'organisme nous avons fait avec M. Barry la circulation artificielle avec du sang défibriné, limitée aux champs des carotides et des vertébrales. Cette circulation était entretenue par une préparation cardio-pulmonaire, indépendante, prise sur un second chien, suivant la méthode de Starling. L'une des électrodes était fixée sur le cerveau (zone motrice) et l'autre sur la face inférieure de la moelle épinière, au niveau des dernières paires cervicales.

Comme le chloralose augmente beaucoup l'excitabilité des centres nerveux pour les actions mécaniques, nous avons employé comme excitant l'attouchement du plexus brachial avec une baguette en verre ou simplement des petits chocs sur la table d'opération.

La figure 4 montre la réponse électroneuromotrice des centres nerveux à ce dernier genre d'excitation. On voit qu'elle se traduit par de petites vibrations dont le nombre varie entre des limites beaucoup plus étendues que chez les animaux normaux. Ainsi nous trouvons sous l'influence du choc sur la table d'opération des phases dans lesquelles le nombre des vibrations nerveuses monte à 666, 820 et peut arriver jusqu'à 1250 par seconde.

Chez le cobaye chloralosé la piqûre de la peau provoque un dégagement d'énergie nerveuse motrice dont le nombre des vibrations peut monter jusqu'à 800 par seconde et par le choc de la table jusqu'à 1130.

L'exagération de l'excitabilité des centres nerveux par le chloralose se traduit donc par une augmentation considérable du nombre des vibrations nerveuses motrices dans l'unité de temps.

De l'ensemble de nos recherches sur le courant d'action des nerfs et des centres nerveux qui commandent les mouvements volontaires nous pouvons conclure :

1° Le courant d'action suit l'énergie nerveuse dans toutes ses phases ; il est par conséquent l'image fidèle de cette énergie.

2° L'énergie nerveuse motrice volontaire est de nature vibratoire et présente chez les mammifères entre 300 et 550 vibrations par seconde.

3° Le chloralose augmente considérablement le nombre des vibrations électroneuromotrices, donc celles de l'énergie nerveuse motrice.

HYDROLOGIE THÉRAPEUTIQUE. — *État d'acidose, méthode d'épreuve et traitement.* Note de MM. A. **Desgrez**, H. **Bierry** et F. **Rathery**, présentée par M. Charles Moureu.

Dans les processus du métabolisme, il y a formation d'acides qui se combinent aux bases fixes de l'organisme avant d'être éliminés. Des mécanismes régulateurs interviennent, à l'état normal, dans la formation et l'élimination de ces corps; il en résulte un équilibre *acide-base* qui laisse subsister une légère réaction alcaline des tissus et du sang, « la concentration de l'ion hydrogène se trouvant être, dans ce liquide, d'après Henderson, environ le tiers, et celle de l'ion hydroxyle environ le triple des concentrations correspondantes dans une solution exactement neutre ».

Si, par suite de troubles dans la nutrition ou les éliminations, les mécanismes régulateurs sont forcés, il en résulte un excès d'acide qui crée une intoxication pouvant amener une perte quotidienne de bases alcalines et une diminution des bicarbonates du sang, avec retentissement sur la tension de l'acide carbonique alvéolaire. L'organisme lutte contre cette acidité envahissante par l'émission d'urine hyperacide, ce qui économise les bases du sang; d'autre part, il fait appel à l'ammoniaque fournie par la dégradation des protéines, car on admet que l'excrétion exagérée de sels ammoniacaux prouve que les acides n'ont pas rencontré les bases fixes nécessaires à leur neutralisation.

Chez le diabétique, on peut, en outre, observer la formation d'acides organiques, acétylacétique, β-oxybutyrique, etc., d'abord nocifs en tant qu'acides, puis, chacun, par sa toxicité propre. C'est précisément cette toxicité, en quelque sorte spécifique, prédominante pour l'acide β-oxybutyrique, qui a contribué à individualiser le syndrome. On en est arrivé progressivement à conclure que la nocivité de ces acides était seule en jeu et à confondre « acétonurie », acidose et hyperacidité urinaire; certains auteurs inclinant même à penser que l'ingestion d'alcalins, qui fait fléchir l'acidité urinaire, entraînerait la disparition de l'acide β-oxybutyrique.

Nos expériences montrent qu'il n'en est rien, que les alcalins, sans autre pouvoir que celui de saturer ces acides « acétoniques » et de rendre plus facile leur élimination, n'exercent aucun effet sur la formation même de ces corps. Le rein est d'ailleurs capable d'en éliminer 60 pour 100, à l'état de liberté. Poussant plus loin ces recherches, nous avons vu que l'ingestion de sels alcalins amène bien une diminution de l'ammoniaque et de l'acidité

urinaires, mais que l'élimination des acides cétonique et cétogène n'en persiste pas moins, sous la forme de leurs sels, et peut même augmenter dans une urine rendue hyperalcaline. Nous avons réussi, par contre, grâce à un régime équilibré en protéines, graisses et hydrates de carbone, qui s'est montré l'agent thérapeutique rationnel du syndrome, à obtenir une réduction marquée dans la formation des corps « acétoniques », tout en provoquant, parallèlement, par l'ingestion de diverses substances, l'excrétion d'ammoniaque. Nous avons pu ainsi dissocier l'acétonurie et l'ammoniurie.

Dès lors, il nous a paru nécessaire d'élargir la notion « d'acidose », d'autant plus qu'il existe diverses maladies, autres que le diabète, dans lesquelles, sans acétonurie, donc sans acidose vraie, on constate un trouble de l'équilibre *acide-base* capable d'amener des perturbations dans le métabolisme cellulaire et les échanges gazeux. Nous avons adopté, pour reconnaître cet état « d'acidose », la méthode proposée par Sellards, modifiée par Walter, Palmer et Henderson, et à laquelle nous ajoutons le dosage de l'acide carbonique urinaire libre et combiné.

Mode opératoire. — On fait absorber au sujet, à jeun, le matin, après une détermination préalable du P_H et du CO^2 urinaires, 4^g de bicarbonate de soude $\left(\text{correspondant approximativement à } 500^{cm^3} \text{ de solution } \frac{N}{10}\right)$. Sur des échantillons d'urine prélevés d'heure en heure, on suit les variations du P_H et du CO^2. Chez l'homme normal, généralement au bout d'une heure, on observe une réponse, traduite par une augmentation très notable des chiffres initiaux et, très souvent, par une diurèse marquée.

D'après nos observations, nous considérons qu'une réduction de l'acidité urinaire inférieure de 6 fois à sa valeur initiale, dans les cinq heures qui suivent l'ingestion de bicarbonate, ne peut être notée comme une réponse. Par exemple, un abaissement de la concentration en ions H^+ de 40×10^{-7} à 10×10^{-7} permettra de diagnostiquer un état d'acidose.

Les sujets soumis à cette épreuve doivent, préalablement, pendant plusieurs jours, s'abstenir d'ingérer du bicarbonate de soude dont l'action peut se manifester pendant quelque temps. Nous avons parfois constaté la présence de plusieurs grammes de CO^2 par litre d'urine et une concentration en ions H^+ tombée au-dessous de $0,10 \times 10^{-7}$, chez les diabétiques qui avaient ingéré des doses beaucoup trop élevées de bicarbonate de soude.

Nos recherches ont porté sur des albuminuriques, des diabétiques, des brightiques azotémiques, etc. Nous n'avons, jusqu'ici, rencontré d'état d'acidose que chez certains brightiques azotémiques et certains diabétiques.

Voici quelques exemples (CO^2 exprimé en grammes par litre d'urine) :

Malades.	Avant ingestion de bicarbonate de soude. P_H.	CO^2.	Après ingestion de bicarbonate de soude. 1 h. après. P_H.	CO^2.	2 h. après. P_H.	CO^2.	3 h. après. P_H.	4 h. après. P_H.	CO^2.	Acidose.
		g		g		g			g	
Diabétique	5,50	0,044	5,50	»	8,20	1,07	8	8,20	»	pas d'acidose
Diabétique	4,80	0,044	4,80	»	4,80	»	4,80	4,80	0,04	acidose
Brightique azotémique..	5,50	»	5,50	»	6	»	5,50	5,50	»	acidose
Diabétique	4,80	0,07	6,90	»	7,30	»	6,90	7	0,22	pas d'acidose
Albuminurique	6,60	0,26	7,40	0,46	6,20	0,12	5,80	6	»	pas d'acidose

Des dosages en cours de divers cations et anions, dans l'urine, permettront d'en suivre les vitesses d'élimination.

Conclusions. — 1° Il y a lieu de distinguer hyperacidité urinaire, acétonurie et acidose ; 2° l'état « d'acidose », rencontré chez divers diabétiques et brightiques azotémiques, est décelé par l'épreuve du bicarbonate de soude; 3° la réponse au bicarbonate peut être suivie par les variations urinaires de l'acidité ionique et de l'acide carbonique; 4° dans le traitement de l'état d'acidose, il faut donner des bicarbonates alcalins, à doses répétées et suffisantes pour que la réaction de l'urine se maintienne au voisinage de celle du sang à l'état normal. L'obtention d'une réaction urinaire correspondant à une hyperalcalinité marquée n'est pas exempte de dangers pour certains malades.

La séance est levée à 16 heures et quart.

É. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES DE JUIN 1922 (*suite et fin*).

Histoire naturelle. Les Plantes, par J. COSTANTIN et F. FAIDEAU. Paris, Larousse, 1922; 1 vol. 33cm.

Culture générale. Méthode scientifique. Esprit scientifique. Paris, Alfred Costes, 1922; 1 vol. 19cm.

Les axiomes de la Mécanique. Examen critique. Note sur la propagation de la lumière, par PAUL PAINLEVÉ. Paris, Gauthier-Villars, 1922; vol. 19cm.

Primera reunión nacional de la Sociedad argentina de ciencias naturales. Tucuman, 1916. Buenos-Aires, Coni, 1918-1919; 1 vol. 28cm.

Une nouvelle carte géologique du monde? par EMM. DE MARGERIE. Extrait des *Annales de Géographie.* tome XXXI, 1922. Paris, Armand Colin; 1 fasc. 25cm.

Des sciences physiques aux sciences morales. Introduclion à l'étude de la morale et de l'économie politique rationnelles, par JACQUES RUEFF. Paris, Félix Alcan, 1922; 1 vol. 18cm,5. (Présenté par M. Borel.)

Leçons d'analyse fonctionnelle professées au Collège de France, par PAUL LÉVY. Paris, Gauthier-Villars, 1922; 1 vol. 25cm.

Uuniversidad de Zaragoza. Facultad de ciencias. *Trabajos del laboratorio de investigaciónes bioquímicas.* Volume I : 1920-1921; Volume II : 1921-1922. Zaragoza, G. Casañal, 1921 et 1922; 2 vol. 25cm.

The John Fritz medal. New-York, Bartlett, irr press, 1917; 1 vol. 24cm.

L'Union d'électricité et la centrale de Gennevilliers, par ERNEST MERCIER. Paris, *Revue industrielle*, 1922; 1 vol. 29cm.

ERRATA.

(Séance du 26 juin 1922.)

Note de M. *Joseph Bouget*, Observations sur l'optimum d'altitude pour la coloration des fleurs :

Page 1724, ligne 3, *au lieu de* incomplètement blanches, *lire* complètement blanches; ligne 22, au lieu de *Allium Sphœnoprasum*, lire *Allium Schœnoprasum*.

(Séance du 3 juillet 1922.)

Note de M. *Pierre Girard*, Au sujet d'une Note de M. L. Lapicque sur le « mécanisme des échanges entre la cellule et le milieu ambiant » :

Page 65, ligne 24, *au lieu de* (moléculisation), *lire* (molécules et ions).